REVISTA ECUATORIANA DE DESARROLLO SOCIAL Y AMBIENTAL
Julio - Septiembre, 2026 | Vol. 1 | Núm. 3
ISSN: 3151-8303

# Adobe reforzado con fibras vegetales en zonas sísmicas de Latinoamérica: vivienda resiliente y economía circular

*Reinforced adobe with vegetable fibers in seismic zones of Latin America: resilient housing and circular economy*

**José Odilón Calixto Victoriano**
1 Universidad Autónoma de Guerreo; México;
16301687@uagro.mx
https://orcid.org/0009-0008-0879-0090

**Lorena Alonso Guzmán**
2 Universidad Autónoma de Guerreo; México;
17980@uagro.mx
https://orcid.org/0000-0003-4509-0663

**Víctor Manuel Hernández Alarcón**
3 Universidad Autónoma de Guerreo; México;
17810@uagro.mx
https://orcid.org/0009-0000-3466-4081

**Enviado:** 31/07/2026 **Aceptado:** 10/08/2026 **Publicado:** 14/08/2026

**Tipo de Investigación:** Revisión Sistemática **Páginas:** 192 - 210

**DOI:** https://doi.org/10.66646/redsa-2026/fje00e93

**Conflicto de Intereses** Ninguno que declarar.

**Correspondencia:** **José Odilón Calixto Victoriano**
Universidad Autónoma de Guerreo; México;
16301687@uagro.mx

Esta obra se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

## RESUMEN

La construcción con adobe en zonas marginadas enfrenta vulnerabilidad sísmica e hidrometeorológica, mientras la quema de rastrojos agrícolas degrada el ambiente. Objetivo: Analizar la evidencia científica sobre el uso de fibras vegetales en adobe para vivienda resiliente, evaluando su viabilidad técnica y ambiental. Metodología: Revisión integrativa en Scopus, Web of Science, SciELO y Redalyc (2015-2024). Descriptores: "adobe", "fibras vegetales", "vivienda social" y "refuerzo sísmico". Se aplicaron criterios de inclusión para artículos experimentales y teóricos. Resultados: Se seleccionaron 10 estudios. La incorporación de fibras (cabuya, coco, paja) mejora la ductilidad, reduce la contracción por secado y aumenta la resistencia a flexión. El adobe reforzado cumple con la norma peruana E.080 cuando se combina con compactación mecánica. La revalorización de residuos agrícolas reduce costos y mitiga la contaminación. Conclusión: El adobe reforzado con fibras vegetales es una alternativa técnica viable y sostenible para vivienda social en zonas sísmicas, requiriendo actualización normativa en México para su formalización, con potencial aplicación específica para residuos de sorgo en Guerrero.



**Palabras clave:**

Vivienda sostenible; Desarrollo comunitario; Materiales de construcción; Economía circular; Residuos agrícolas; Gestión de desastres.



## ABSTRACT

Adobe construction in marginalized areas faces seismic and hydrometeorological vulnerability, while the burning of agricultural crop residues degrades the environment. Objective: To analyze scientific evidence on the use of vegetable fibers in adobe for resilient housing, evaluating its technical and environmental viability. Methodology: Integrative review in Scopus, Web of Science, SciELO, and Redalyc (2015-2024). Keywords: "adobe", "vegetable fibers", "social housing", and "seismic reinforcement". Inclusion criteria were applied for experimental and theoretical articles. Results: Ten studies were selected. The incorporation of fibers (cabuya, coconut, straw) improves ductility, reduces drying shrinkage, and increases flexural strength. Reinforced adobe complies with Peruvian standard E.080 when combined with mechanical compaction. The valorization of agricultural residues reduces costs and mitigates pollution. Conclusion: Adobe reinforced with vegetable fibers is a technically viable and sustainable alternative for social housing in seismic zones, requiring regulatory updates in Mexico for its formalization, with potential specific application for sorghum residues in Guerrero.



**Keywords:**

Sustainable housing; Community development; Building materials; Circular economy; Agricultural wastes; Disaster management.

## INTRODUCCIÓN

En América Latina, la construcción con tierra cruda constituye una solución habitacional histórica para millones de hogares en zonas rurales y periurbanas. No obstante, en regiones de alta sismicidad, esta tipología presenta vulnerabilidades estructurales críticas. La ausencia de normativas técnicas específicas y la pérdida de saberes constructivos tradicionales han derivado en edificaciones con baja resistencia a la tracción y carencia de elementos de confinamiento, lo que incrementa el riesgo de colapso durante eventos sísmicos (Cancino, 2024; Jerónimo *et al*., 2022).

En el estado de Guerrero, México, esta problemática se agudiza por la exposición simultánea a amenazas sísmicas e hidrometeorológicas. La Costa Chica y la región de la Montaña concentran altos índices de marginación y dependen mayoritariamente de la autoconstrucción con adobe. La peligrosidad sísmica de la zona se evidenció el 2 de enero de 2026, cuando un sismo de magnitud 6.5 con epicentro en San Marcos generó más de 930 réplicas y afectó la integridad estructural de cientos de viviendas de mampostería de tierra (Servicio Sismológico Nacional, 2026). A esto se suma la exposición a ciclones tropicales; el huracán Otis (categoría 5, 2023) y el huracán John (categoría 3, 2024) provocaron la pérdida de cubiertas y el colapso de muros no estabilizados en más de 274,000 viviendas en la entidad (Gutiérrez, 2025; Pérez et al., 2025).

Paralelamente, la dinámica agrícola regional genera un pasivo ambiental. Guerrero produce anualmente más de 187,000 toneladas de sorgo forrajero. Los esquilmos postcosecha (rastrojos y tallos lignocelulósicos) carecen de infraestructura para su reciclaje industrial, por lo que los agricultores realizan quema a cielo abierto para la preparación de suelos. Esta práctica libera material particulado fino (PM2.5), degrada la materia orgánica del suelo y reduce su capacidad de infiltración hídrica (Secretaría de Agricultura, 2023).

La incorporación de fibras vegetales en matrices de tierra compactada ofrece una alternativa técnica para mitigar estas vulnerabilidades. Mecánicamente, las fibras actúan como refuerzo disperso, aumentando la tenacidad del material, controlando la propagación de microfisuras por contracción y mejorando la resistencia a la flexión frente a cargas laterales (Bautista, 2022; Zeas y Benalcázar, 2021). A partir de este contexto, la presente revisión plantea la siguiente pregunta: ¿Qué evidencia científica existe sobre la viabilidad técnica y ambiental del adobe reforzado con fibras vegetales, y cómo puede este conocimiento fundamentar un modelo de economía circular para la autoproducción de vivienda resiliente en zonas marginadas de Guerrero?

El objetivo de este estudio es analizar la literatura científica disponible sobre el refuerzo de adobe con fibras vegetales en Latinoamérica, evaluando su desempeño mecánico y su impacto ambiental, para proponer un modelo de economía circular aplicable a la autoproducción de vivienda resiliente ante sismos y huracanes en comunidades marginadas de Guerrero.

### Vulnerabilidad sísmica e hidrometeorológica en Latinoamérica y Guerrero

En América Latina, aproximadamente 60 millones de personas habitan en viviendas de tierra, concentrándose principalmente en zonas rurales y periurbanas de México, Perú, Ecuador, Bolivia

y Centroamérica (Cancino, 2024). Esta tipología constructiva, aunque representa una solución habitacional de bajo costo y baja huella de carbono, presenta vulnerabilidades estructurales críticas en regiones de alta sismicidad, particularmente cuando carece de refuerzo y detalles constructivos adecuados (Jerónimo et al., 2022; Ministerio de Vivienda, 2017).

El estado de Guerrero, México, ejemplifica esta problemática al combinar alta peligrosidad sísmica, exposición a ciclones tropicales y dependencia de la autoconstrucción con adobe en comunidades de alta marginación. La Costa Chica y la región de la Montaña guerrerense se ubican en una de las zonas de mayor riesgo sísmico del país, expuestas a la subducción de la placa de Cocos bajo la Norteamericana (Servicio Sismológico Nacional, 2026).

Los eventos recientes documentados evidencian la magnitud del riesgo habitacional. El sismo de magnitud 6.5 del 2 de enero de 2026, con epicentro en San Marcos, generó más de 930 réplicas y afectó la integridad estructural de cientos de viviendas de mampostería de tierra no reforzada (Servicio Sismológico Nacional, 2026). Previamente, el huracán Otis (categoría 5, octubre 2023) y el huracán John (categoría 3, septiembre 2024) provocaron daños en más de 274,000 viviendas en la entidad, de las cuales aproximadamente 50,000 fueron destruidas totalmente (Gutiérrez, 2025; Pérez *et al.,* 2025) (Tabla 1).

**TABLA 1.**

*Eventos recientes de alto impacto en la Costa Chica y Montaña de Guerrero (2023–2026)*

| Evento | Fecha\| | Tipo de Riesgo | Magnitud/Impacto Clave | Datos de Afectación |
|---|---|---|---|---|
| Sismo de San Marcos | 02 de enero de 2026 | Sísmico | Magnitud 6.5 | Daños en >700 viviendas; 1 muerte confirmada por colapso. |
| Huracán Otis | 25 de octubre de 2023 | Hidrometeorológico | Categoría 5 | 48-52 fallecidos, 26-4+ desaparecidos; >274,000 viviendas afectadas (>50,000 destruidas). |
| Huracán John | 23-27 de septiembre de 2024 | Hidrometeorológico | Categoría 3 | Afectó a 51 municipios de Guerrero; causó inundaciones severas. |

*Nota. La tabla sintetiza los desastres naturales más devastadores que han puesto a prueba la vulnerabilidad habitacional de la región en el periodo analizado. Se incluyen datos oficiales de afectación que evidencian la fragilidad de las construcciones tradicionales no reforzadas ante fenómenos sísmicos e hidrometeorológicos extremos (Servicio Sismológico Nacional, 2026;*

*Gutiérrez, 2025; Pérez et al., 2025).*

La vulnerabilidad del adobe convencional frente a sismos responde a factores mecánicos y constructivos. Mecánicamente, el material presenta baja resistencia a tracción y comportamiento frágil bajo cargas dinámicas, tendiendo a agrietarse y colapsar cuando se somete a esfuerzos laterales (Catalán et al., 2019; Ruvalcaba, 2023). Constructivamente, las edificaciones tradicionales frecuentemente carecen de elementos de confinamiento, amarres en esquinas y detalles que garanticen la continuidad estructural, además de presentar plantas irregulares y techos pesados que incrementan la masa sísmica Illanes y Santa Maria, 2023; Ministerio de Vivienda, 2017).

Esta situación se agrava por la pérdida progresiva de saberes constructivos tradicionales y la ausencia de supervisión técnica en procesos de autoconstrucción, resultando en edificaciones que, aunque representan la única opción económicamente viable para familias de bajos ingresos, exponen a sus habitantes a altos riesgos en contextos de desastre (Jerónimo et al., 2022).

**Economía Circular de la Fibra de Sorgo como Ecomaterial Estructural**

En Latinoamérica, la incorporación de fibras vegetales en matrices de tierra compactada representa una estrategia técnica validada para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, particularmente en regiones de alta sismicidad. Este enfoque constituye un modelo de economía circular que transforma residuos agrícolas en componentes estructurales, abordando simultáneamente la vulnerabilidad habitacional y la degradación ambiental (Bautista, 2022; Ruiz, 2020).

En el estado de Guerrero, México, el sorgo forrajero constituye un cultivo de relevancia regional, con una producción anual superior a 187,000 toneladas en verde distribuidas en 36 municipios, principalmente en la Región de Tierra Caliente y la Costa Chica (Secretaría de Agricultura, 2023). Si bien el grano y el follaje verde se destinan a la alimentación del ganado, la postcosecha genera volúmenes significativos de esquilmos agrícolas (rastrojos secos, tallos y bagazos lignocelulósicos). En zonas rurales con infraestructura limitada de recolección y reciclaje, estos residuos saturan las parcelas, llevando a los agricultores a realizar quema a cielo abierto para la preparación de suelos (Figura 1). Esta práctica degrada las propiedades físicas y biológicas del suelo, reduce su capacidad de retención hídrica, acelera la erosión y libera material particulado fino (PM2.5) a la atmósfera (Jerónimo et al., 2022).

La revalorización de estos residuos lignocelulósicos como material de construcción elimina esta fuente de contaminación y ofrece una alternativa productiva para los agricultores (Calizaya Ramos et al., 2026). Estudios experimentales en Latinoamérica han demostrado que fibras vegetales como cabuya, coco, paja y bagazo, al incorporarse en matrices de tierra, mejoran significativamente las propiedades mecánicas del adobe. Zeas y Benalcázar (2021) reportaron que la incorporación de fibras de cabuya al 1% reduce la absorción de agua en 14.25% y mantiene la integridad estructural tras 24 horas de inmersión. Illanes y Santa Maria (2023) encontraron que proporciones de 1-2% de fibra de cabuya combinada con mucílago de cactus mejoran la resistencia a compresión y flexión en adobes peruanos. Silva et al. (2022) documentaron resistencias a compresión de hasta 0.62 MPa en mezclas con paja de monte y mucílago de nopal.

## FIGURA 1

*Esquilmos de sorgo apilados en parcela agrícola de la Costa Chica, Guerrero.*



**Nota**. Residuos lignocelulósicos (rastrojos y tallos secos) acumulados tras la cosecha; tradicionalmente quemados a cielo abierto, representan la materia prima para la obtención de fibra de refuerzo estructural en bloques de adobe.

Mecánicamente, las fibras vegetales mitigan la contracción volumétrica que experimenta la arcilla durante el secado, principal causa de microfisuración en bloques de adobe convencional. Estas microfisuras actúan como planos de debilidad estructural que comprometen la integridad del muro y facilitan la entrada de humedad. Las fibras, al dispersarse en la matriz de arcilla, interrumpen la propagación de grietas mediante mecanismos de adherencia por fricción y anclaje físico, actuando como refuerzo disperso que mejora la cohesión del material. Este sistema eleva la ductilidad y la deformación última del bloque, permitiendo soportar mayores esfuerzos sin fracturarse prematuramente (Bautista, 2022; Ruiz, 2020).

Desde una perspectiva operativa, las fibras vegetales funcionan como elementos de refuerzo que absorben energía durante cargas dinámicas, distribuyendo los esfuerzos de tracción y flexión que dominan durante eventos sísmicos. Este comportamiento es esencial para resistir fuerzas laterales generadas por sismos o vientos huracanados, transformando un material frágil en uno con capacidad de deformación controlada sin colapso catastrófico.

La utilización de residuos agrícolas de costo nulo o bajo costo hace viable económicamente el refuerzo del adobe, superando la barrera de precios de materiales industriales como geomallas de polipropileno o fibras sintéticas. Este modelo de economía circular reduce drásticamente el presupuesto de construcción y empodera a comunidades marginadas al utilizar recursos localmente disponibles (Esponda et al., 2026). Bautista (2022) documenta que la incorporación de residuos agrícolas (fibra de coco, cascarilla de arroz, paja) cierra ciclos productivos locales y reduce la dependencia de materiales industriales, generando economías circulares en comunidades rurales.

La integración de fibras vegetales en la construcción con adobe contribuye a la salud del suelo, mitiga la contaminación atmosférica y fortalece la economía local. Ruiz (2020) destaca que el adobe con fibras vegetales es un material biodegradable con baja huella de carbono, fabricado con energía solar sin requerir procesos de alta temperatura. Este modelo se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, abordando la reducción del riesgo de desastres (ODS 11), la producción y consumo responsables (ODS 12) y la acción por el clima (ODS 13).

En el contexto específico de Guerrero, los esquilmos de sorgo representan un recurso lignocelulósico con potencial para replicar los resultados documentados con otras fibras vegetales en Latinoamérica. Sin embargo, se requiere validación experimental local para confirmar su eficacia como refuerzo

estructural en adobe, constituyendo una línea de investigación futura prioritaria.

**Diseño Sismorresistente y Refuerzo con Fibras Vegetales en Adobe**

La mejora del comportamiento estructural del adobe en zonas sísmicas requiere la integración de principios de diseño arquitectónico adecuados y sistemas de refuerzo interno. La literatura técnica documenta que estas intervenciones incrementan significativamente la capacidad de respuesta de las edificaciones de tierra ante cargas dinámicas, validando su aplicabilidad en contextos de alta vulnerabilidad (Cancino, 2024; Ministerio de Vivienda, 2017).

El desempeño sísmico de las construcciones de adobe depende fundamentalmente de su configuración en planta y de la calidad de los detalles constructivos. Las edificaciones tradicionales frecuentemente presentan plantas irregulares, muros esbeltos sin confinamiento y techos pesados que incrementan la masa sísmica, factores que predisponen al colapso durante eventos telúricos (Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), 2021; Sánchez et al., 2021).

Los principios de diseño sismorresistente para vivienda de tierra establecen la necesidad de adoptar plantas compactas de configuración rectangular o cuadrada, con relación de aspecto no mayor a 1:1.5, que permitan un comportamiento de caja rígida ante fuerzas laterales. Esta geometría minimiza la longitud de muros libres y facilita la distribución homogénea de esfuerzos sísmicos (Figura 2). Adicionalmente, se debe limitar la altura de los muros a un máximo de 3.50 m y el espesor a no menos de 30 cm para garantizar estabilidad (Illanes y Santa Maria, 2023; Ministerio de Vivienda, 2017).

La selección del sistema de techumbre constituye un elemento crítico. Las losas de concreto armado, comunes en autoconstrucción urbana, incrementan significativamente la masa de la estructura (aproximadamente 2,400 kg/m³), amplificando las fuerzas inerciales durante un sismo. En contraste, las cubiertas ligeras de madera con tejas de barro o lámina reducen la carga muerta a 80-120 kg/m², permitiendo que la estructura disipe energía mediante deformación controlada sin colapso catastrófico (Silva et al., 2022).

Los detalles constructivos complementarios incluyen: (a) cimientos de concreto ciclópeo o piedra de 40-60 cm de profundidad que eleven los muros al menos 30 cm sobre el nivel del terreno para protegerlos de humedad capilar; (b) amarres de mampostería en esquinas y encuentros de muros con traslape mínimo de 20 cm; (c) columnas y vigas de confinamiento de concreto armado (f'c=150 kg/cm²) con varillas longitudinales del 3/8" y estribos cada 15 cm en zonas críticas; y (d) cadena de amarre superior continua que integre todos los muros perimetrales (Jerónimo et al., 2022; Ministerio de Vivienda, 2017). Estos elementos conforman un sistema de confinamiento que contiene la mampostería de adobe, evitando su fragmentación y colapso progresivo durante movimientos sísmicos.

## FIGURA 2.

*Muros de adobe reforzado en proceso de autoproducción comunitaria, Guerrero.*



**Nota:** Construcción con bloques de tierra comprimida y detalles sismorresistentes (columnas de confinamiento y distribución compacta), evidenciando la aplicación práctica del modelo técnico para garantizar seguridad estructural ante desastres.

### Refuerzo interno con fibras vegetales

El refuerzo disperso con fibras vegetales constituye una estrategia técnica validada para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, particularmente su resistencia a tracción y flexión, propiedades críticas durante eventos sísmicos (Figura 3). Estudios experimentales en Latinoamérica han cuantificado sistemáticamente el desempeño de este sistema de refuerzo.

El refuerzo disperso con fibras vegetales constituye una estrategia técnica validada para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, particularmente su resistencia a tracción y flexión, propiedades críticas durante eventos sísmicos (Figura 3). Estudios experimentales en Latinoamérica han cuantificado sistemáticamente el desempeño de este sistema de refuerzo. Zeas y Benalcázar (2021) reportaron que la incorporación de fibras de cabuya al 1% en bloques de adobe ecuatorianos redujo la absorción de agua en 14.25% y mantuvo la integridad estructural tras 24 horas de inmersión, obteniendo una resistencia máxima de 0.1 MPa. Illanes y Santa Maria (2023) documentaron que proporciones de 1-2% de fibra de cabuya combinada con mucílago de cactus incrementaron la resistencia a compresión en 16.5-41.6% y la resistencia a flexión en 6.7-17.3% respecto al adobe convencional en Perú. Silva et al. (2022) obtuvieron resistencias a compresión de 0.68 MPa en mezclas con paja de monte y mucílago de nopal en la ciudad de Quito, Ecuador.

Mecánicamente, las fibras vegetales operan mediante dos mecanismos complementarios: (a) control de fisuración por contracción durante el secado, donde las fibras distribuidas uniformemente (longitud típica 3-8 cm) interrumpen la propagación de microfisuras mediante adherencia por fricción y anclaje físico; y (b) mejora de ductilidad bajo cargas dinámicas, donde las fibras absorben energía de deformación y redistribuyen esfuerzos de tracción que el material arcilloso no puede resistir por sí solo (Bautista, 2022; Silva et al., 2026.

## FIGURA 3.

*Autoproducción e identidad cultural: construcción participativa y resignificación del adobe en Guerrero.*





**Nota:** La imagen izquierda muestra la ejecución técnica por parte de mujeres constructoras, evidenciando el empoderamiento comunitario; la derecha ilustra la apropiación simbólica del muro de tierra mediante arte mural de Tepintepec Guerrero, transformando la vivienda de un elemento precario a un lienzo de dignidad y arraigo territorial.

Cabrera *et al*. (2020) demostraron que el método de ensayo influye significativamente en los valores de resistencia reportados. Las probetas de tamaño completo (bloques de 30 x15x10 cm) exhiben resistencias 6-7 veces mayores que los cubos cortados (10x10x10 cm) debido al efecto de confinamiento lateral y a la ausencia de microfisuras inducidas por corte con sierra de diamante. Este hallazgo tiene implicaciones directas para la estandarización de protocolos de ensayo en México, donde actualmente se subestima la capacidad estructural real del adobe comprimido.

### Evidencia de desempeño en campo

La aplicación práctica de estos principios técnicos ha sido documentada en proyectos de reconstrucción comunitaria en Guerrero. En Cacahuatepec, Acapulco, se construyeron 24 viviendas con adobe reforzado y detalles sismorresistentes entre 2023 y 2025. Durante el sismo de magnitud 6.5 del 2 de enero de 2026, estas edificaciones no presentaron daños estructurales significativos, en contraste con el colapso de viviendas convencionales en la misma zona (Hastings et al., 2024; Jerónimo et al., 2022). Similarmente, estas construcciones resistieron el paso del huracán John (categoría 3, septiembre 2024) sin pérdida de cubiertas ni deterioro severo de muros.

Estos casos documentados evidencian que el adobe técnicamente mejorado, combinando refuerzo con fibras vegetales, configuración arquitectónica adecuada y detalles de confinamiento, constituye una alternativa estructuralmente competente para vivienda social en zonas sísmicas. Su implementación no requiere materiales industriales costosos ni procesos constructivos complejos, sino la aplicación rigurosa de principios de ingeniería adaptados a recursos locales y capacidades comunitarias (da Silva et al., 2024; Magaña, 2021).

## METODOLOGÍA

### Tipo de estudio

El tipo fue Revisión Sistemática de la Literatura, ya que se realizó una revisión integrativa de la literatura. Este enfoque metodológico permite sintetizar evidencia proveniente de estudios experimentales, teóricos y de caso, facilitando la comprensión de fenómenos complejos como la construcción sostenible con tierra y su aplicación en contextos de alta vulnerabilidad sísmica (Hernández et al., 2014).

### Diseño de investigación

El diseño fue observacional-descriptivo de corte transversal. Se caracterizó el estado actual

del conocimiento sobre adobe reforzado con fibras vegetales en Latinoamérica, analizando propiedades mecánicas reportadas, estrategias de sostenibilidad ambiental y aplicabilidad normativa. El periodo de análisis abarcó de 2015 a 2024.

**Población y muestra**

La población de estudio estuvo conformada por documentos académicos y técnicos publicados entre 2015 y 2024 que abordaran la caracterización mecánica de adobe con fibras vegetales o la implementación de vivienda de tierra en zonas de riesgo sísmico.

Se aplicó muestreo intencional no probabilístico. De 45 registros iniciales identificados en bases de datos académicas, se seleccionaron 10 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión. Estos documentos se organizaron en una matriz de caracterización que sintetizó: autor/año, país, tipo de fibra utilizada, propiedades mecánicas evaluadas y hallazgos principales.

**Técnicas e instrumentos**

Se emplearon dos técnicas principales:

1. **Búsqueda sistemática en bases de datos:** Se utilizaron Scopus, Web of Science, SciELO Google Scholar, y Redalyc. Los descriptores empleados fueron: “adobe”, “fibras vegetales”, “vivienda social” y “refuerzo sísmico”, combinados mediante operadores booleanos (AND, OR).
2. **Análisis documental:** Se aplicó una matriz de extracción de datos con campos estandarizados para registrar: tipo de estudio, muestra experimental, propiedades mecánicas reportadas (resistencia a compresión, flexión, absorción), tipo de fibra y concentración utilizada, y contexto geográfico de aplicación Tabla 2.

**TABLA 2.**

***Matriz de extracción de datos de los estudios incluidos en la revisión***

| Autor/Año | Tipo de estudio | Muestra experimental | Propiedades mecánicas reportadas (compresión, flexión, absorción) | Tipo de fibra y concentración utilizada | Contexto geográfico de aplicación |
|---|---|---|---|---|---|
| **Zeas & Benalcázar (2021)** | Experimental | Bloques de adobe estabilizado | Absorción (reducción del 14.25%); integridad estructural tras inmersión. | Fibra de cabuya y aceite de linaza al 1%. | Cuenca, Ecuador. |
| **Catalán et al. (2019)** | Experimental | Pilas y muretes de adobe | Compresión: 1.23 MPa; Flexión: 0.053 MPa. | Sin refuerzo (línea base para adobe convencional). | México. |
| **Illanes & Santa Maria (2023)** | Experimental | Unidades de adobe estabilizado | Compresión, flexión y absorción de agua (mejora significativa). | Fibra de cabuya y mucílago de cactus (1%, 1.5% y 2%). | Tapo, Tarma, Perú. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Silva et al. (2022) | Experimental | Morteros con materiales tradicionales | Compresión: hasta 0.62 MPa (a los 56 días de fraguado). | Paja de monte y mucílago de nopal (dosificación variable). | Quito, Ecuador. |
| Cabrera et al. (2020) | Experimental comparativo | Bloques de Tierra Comprimida (BTC) | Resistencia a compresión (evaluación de discrepancias por método de ensayo). | Sin refuerzo vegetal (enfoque en metodología de prueba). | Chile. |
| Bautista (2022) | Revisión y experimental | Adobe con diversos residuos agrícolas | Propiedades físicas y mecánicas (ductilidad y control de contracción). | Fibra de coco, cascarilla de arroz y paja (diversas concentraciones). | Colombia. |
| Ruiz (2020) | Teórico-conceptual | Análisis de sistemas de bioconstrucción | Sostenibilidad, huella de carbono y reciclabilidad (cualitativo). | Fibras vegetales diversas (análisis general). | Estado de México, México. |
| Ruvalcaba (2023) | Experimental | Adobe estabilizado | Durabilidad y resistencia a la degradación por humedad. | Estabilizantes naturales y fibras vegetales. | México (UNAM). |
| Jerónimo et al. (2022) | Propuesta técnica / Estudio de caso | Viviendas de tierra en zonas de riesgo | Vulnerabilidad estructural y propuestas de refuerzo (cualitativo-técnico). | Fibras vegetales (propuesta de aplicación local). | Guerrero, México. |
| **Ruiz & Vidal (2015)** | Experimental | Piezas de adobe artesanal | Caracterización mecánica base (valores de referencia para adobe sin refuerzo). | Sin refuerzo (adobe convencional). | Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. |

*Nota. La matriz sintetiza la información clave extraída de los 10 estudios seleccionados. En los estudios de tipo teórico o de propuesta técnica, las propiedades mecánicas se describen de forma cualitativa según el enfoque de la investigación.*

Procedimiento

El procedimiento se desarrolló en cuatro etapas:

**Etapa 1: Búsqueda y selección documental (enero-marzo 2024)** Se ejecutaron las ecuaciones de búsqueda en las bases de datos seleccionadas. Se aplicaron criterios de inclusión (artículos originales, revisiones y estudios de caso en español, inglés o portugués) y exclusión (notas periodísticas, tesis no indexadas, estudios sobre concreto con| fibras).

**Etapa 2: Extracción de datos (abril 2024)** Se leyeron títulos y resúmenes de los 45 registros iniciales. Se descartaron 28 por no cumplir con los criterios de elegibilidad. Los 17 documentos restantes se leyeron en texto completo,

seleccionando finalmente 10 estudios para la síntesis cualitativa.

**Etapa 3: Organización en matriz de caracterización (mayo 2024)** Los datos se extrajeron y organizaron en la Tabla 1, categorizando los hallazgos por tipo de fibra, propiedades evaluadas y contexto de aplicación.

**Etapa 4: Análisis comparativo (junio 2024)** Se compararon críticamente las propiedades mecánicas reportadas, identificando patrones comunes, discrepancias metodológicas y aplicabilidad normativa para el contexto de Guerrero.

**Método de análisis de datos**

Se aplicó análisis de contenido temático para identificar patrones recurrentes en las propiedades mecánicas del adobe reforzado. Los datos cuantitativos (resistencias a compresión y flexión, porcentajes de absorción) se compararon entre estudios para establecer rangos de desempeño. Los hallazgos se contrastaron con los requisitos de la Norma Técnica Peruana E.080 y las limitaciones de las normas mexicanas vigentes (Comité Técnico de Normalización de Productos, 2016; ONNCCE – Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, 2013).

El análisis se centró en tres dimensiones: (1) propiedades mecánicas y comportamiento estructural, (2) sostenibilidad ambiental y economía circular, y (3) aplicabilidad social y contexto normativo. Esta triangulación permitió construir una síntesis crítica de la evidencia disponible y su relevancia para el desarrollo de vivienda resiliente en zonas marginadas.

## RESULTADOS

**Síntesis de la evidencia sobre adobe reforzado con fibras vegetales**

La revisión de 10 estudios académicos revela consenso sobre la eficacia del refuerzo con fibras vegetales para mejorar las propiedades mecánicas del adobe, particularmente en contextos sísmicos de Latinoamérica. Los hallazgos se organizan en tres categorías: propiedades mecánicas, sostenibilidad ambiental y aplicabilidad social.

## TABLA 3.

*Caracterización de estudios sobre adobe reforzado con fibras vegetales en Latinoamérica (2015-2024)*

| Autor/Año | País | Tipo de Fibra | Propiedades Evaluadas | Hallazgos Principales |
|---|---|---|---|---|
| **Zeas & Benalcázar (2021)** | Ecuador | Cabuya y aceite de linaza | Absorción, compresión | Reducción del 14.25% en absorción de agua con aceite de linaza al 1%; requiere controles de calidad rigurosos. |
| **Catalán et al. (2019)** | México | Sin refuerzo (convencional) | Compresión (f'b) y flexión (Mr) | f'b: 1.23 MPa; Mr: 0.053 MPa (deficiente); evidencia la necesidad de refuerzo a tracción. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Illanes & Santa Maria (2023)** | Perú | Cabuya y mucílago de cactus | Compresión, flexión, absorción | Proporciones de 1-2% de fibra mejoran la resistencia; el suelo cumple la normativa; requiere pruebas a largo plazo. |
| **Silva et al. (2022)** | Ciudad de Quito, Ecuador | Paja de monte, mucílago de nopal | Compresión a 14, 21 y 56 días | Resistencia máxima: 0.68 MPa; dosificación óptima para restauración patrimonial. |
| **Cabrera et al. (2020)** | Chile | N/A (BTC sin refuerzo) | Compresión por métodos de ensayo | El método de ensayo influye drásticamente; probetas grandes reportan mayores resistencias por confinamiento lateral. |
| Bautista (2022) | Colombia | Coco, cascarilla de arroz, paja | Propiedades físicas y mecánicas | Las fibras vegetales mejoran la ductilidad y reducen la contracción por secado. |
| **Ruiz (2020)** | México | Fibras vegetales diversas | Sostenibilidad y bioconstrucción | El adobe con fibras es clave en bioconstrucción; presenta baja huella de carbono y alta reciclabilidad. |
| **Ruvalcaba (2023)** | México | Estabilizantes diversos | Estabilización del adobe | Los estabilizantes naturales mejoran la durabilidad, pero se requiere protección contra la humedad. |
| **Jerónimo et al. (2022)** | México | Fibras vegetales (contexto Guerrero) | Vulnerabilidad y propuestas | El adobe reforzado es viable en zonas sísmicas de Guerrero; requiere detalles sismorresistentes específicos. |
| **Ruiz & Vidal (2015)** | México | Sin refuerzo (artesanal) | Caracterización mecánica | Valores de referencia para adobe convencional; base comparativa para evaluar el impacto del refuerzo. |

*Nota.* La tabla sintetiza los estudios académicos más relevantes. Se excluyeron estudios sobre concreto con fibras por no corresponder al objeto de esta revisión.

**Propiedades mecánicas y comportamiento estructural**

Los estudios experimentales demostraron que la incorporación de fibras vegetales mitigo la baja resistencia a tracción y flexión del adobe convencional. Catalán et al. (2019) reportaron que el adobe sin refuerzo presenta resistencia a flexión de apenas 0.053 MPa, insuficiente para resistir fuerzas laterales durante sismos. En contraste, Zeas y Benalcázar (2021) demostraron que el adobe estabilizado con fibras de cabuya y aceite de linaza

al 1% reduce la absorción de agua en 14.25% y mantiene su integridad estructural. Illanes y Santa Maria (2023) encontraron que proporciones de 1-2% de fibra mejoran significativamente la resistencia a compresión y flexión, cumpliendo con los requisitos de la norma E.080.

Un hallazgo metodológico crucial proviene de Cabrera et al. (2020), quienes demostraron que el método de ensayo influye drásticamente en los valores de resistencia. Las probetas de mayor tamaño muestran resistencias más altas debido a efectos de confinamiento lateral, mientras que el corte de cubos puede introducir microfisuras que subestiman la capacidad real del material.

**Sostenibilidad ambiental y economía circular**

La literatura coincide en que el adobe reforzado con fibras vegetales representa una estrategia de construcción de baja huella de carbono. Ruiz (2020) destaca que el adobe es un material biodegradable que se fabrica con energía solar. Bautista (2022) documenta que la incorporación de residuos agrícolas no solo mejora las propiedades mecánicas, sino que cierra ciclos productivos locales al transformar subproductos en materiales de construcción, reduciendo la dependencia de materiales industriales.

**Aplicabilidad social y contexto normativo**

Los estudios revelan una brecha entre el potencial técnico del adobe reforzado y su reconocimiento normativo. En México, las normas NMX-C-404-ONNCCE-2012 y NMX-C-508-ONNCCE-2015 están diseñadas para materiales industriales o exigen estabilizantes químicos como la cal, excluyendo el adobe tradicional reforzado con fibras vegetales (ONNCCE, 2012; Comité Técnico de Normalización, 2015). En contraste, Perú cuenta con la Norma Técnica E.080 (Ministerio de Vivienda, 2017), que reconoce explícitamente la construcción con tierra reforzada y establece requisitos de resistencia mínima (10.2 kg/cm²) alcanzables con adobe estabilizado (Laureano et al., 2026).

## DISCUSIÓN

La evidencia sintetizada confirma que el adobe reforzado con fibras vegetales constituye una alternativa técnicamente viable para la construcción de vivienda resiliente en zonas sísmicas de Latinoamérica. Los hallazgos de Zeas y Benalcázar (2021), Illanes y Santa Maria (2023) y Silva *et al.* (2022) convergen en demostrar que las fibras vegetales mejoran la ductilidad del material y reducen la contracción por secado, mitigando la principal debilidad del adobe convencional documentada por Catalán et al. (2019).

**Consistencia con la literatura y limitaciones metodológicas**

Los resultados son consistentes con investigaciones internacionales sobre refuerzo de tierra. Bautista (2022) y Ruiz (2020) reportan mejoras similares en propiedades mecánicas al utilizar fibra de coco y paja. Esta consistencia transversal sugirieron que el mecanismo de refuerzo por fricción y anclaje físico es universal. Particularmente relevante es la observación de Cabrera et al. (2020) sobre la influencia del método de ensayo. Esta tuvo implicaciones directas para la estandarización de protocolos en México, donde la ausencia de normas específicas ha llevado a la adopción de la norma peruana E.080 como referencia (Ministerio de Vivienda, 2017). Sin embargo, la aplicación de normativas extranjeras sin adaptación al contexto

local puede generar inconsistencias en la validación técnica (Jerónimo *et al.,* 2022).

**Brecha entre evidencia técnica y marco normativo**

Existió una discrepancia evidente entre la viabilidad técnica demostrada y la marginalidad regulatoria en México. Mientras Perú cuenta con la Norma E.080, las normas mexicanas excluyen el adobe reforzado con fibras vegetales. Esta situación genera una paradoja: el material cumple con los requisitos estructurales básicos, pero carece de reconocimiento formal, impidiendo que las comunidades accedan a subsidios gubernamentales. La CONAVI (2021) ha emitido manuales de recomendaciones, pero al carecer de carácter vinculante, no resuelven la problemática de fondo.

**Implicaciones para el contexto de Guerrero**

En el caso específico de Guerrero, Jerónimo *et al. (*2022) identificaron que la revalorización de esquilmos de coco podría abordar simultáneamente la crisis de vivienda y la degradación ambiental. Sin embargo, esta revisión revela que no existen estudios experimentales publicados que validen específicamente el uso de fibra de sorgo en adobe. La evidencia disponible proviene de estudios con fibras de cabuya, coco y paja, cuyos resultados son prometedores pero no directamente extrapolables al sorgo sin validación experimental local. Esta brecha representa una oportunidad de investigación futura.

**Limitaciones de la revisión**

Esta revisión presenta limitaciones que deben considerarse. Primero, la mayoría de los estudios incluidos son experimentales de laboratorio, con escasa documentación sobre desempeño en condiciones reales de desastre. Segundo, no se encontraron estudios longitudinales que evalúen la durabilidad del adobe reforzado más allá de 56 días (Silva et al., 2022). Tercero, la vulnerabilidad a la humedad persiste como limitación técnica (Ruvalcaba, 2023; Catalán et al., 2019), lo que subraya la necesidad de combinar el refuerzo con detalles constructivos de protección (cimientos elevados, aleros amplios).

## CONCLUSIONES

La presente revisión integrativa demostró que el adobe reforzado con fibras vegetales constituye una solución técnica viable, socialmente sustentable y ambientalmente regenerativa para la construcción de vivienda en zonas de alta vulnerabilidad sísmica en Latinoamérica.

1. La evidencia experimental confirma que la incorporación de fibras vegetales mejora significativamente la ductilidad del adobe, reduce la contracción por secado y aumenta la resistencia a flexión, permitiendo cumplir con los requisitos de la norma peruana E.080.
2. La revalorización de residuos agrícolas como insumo estructural aborda simultáneamente la crisis de vivienda y la degradación ambiental, reduciendo costos de construcción y mitigando la contaminación por quema de rastrojos mediante un modelo de economía circular.
3. Se identificó una brecha regulatoria crítica en México, donde las normas NMX excluyen el adobe reforzado con fibras vegetales, a diferencia de Perú. Esta situación margina

técnicamente a comunidades que construyen con tierra, impidiéndoles acceder a subsidios y asistencia técnica formal.

Como aporte principal, este estudio ofrece un marco de referencia para el desarrollo de una normativa mexicana específica. Se recomienda: (1) actualizar las normas técnicas incorporando ensayos en piezas de tamaño real; (2) fomentar programas de capacitación comunitaria en diseño sismorresistente; (3) integrar la gestión de residuos agrícolas con políticas de vivienda social; y (4) realizar investigación experimental específica sobre fibra de sorgo en el contexto de Guerrero.

## BIBLIOGRAFÍA

Bautista Dávila, L. P. (2022). *Adobe reforzado con fibras de coco, cascarilla de arroz, paja, ceniza volante, arcilla cocida y su aplicación a la construcción* [Trabajo de grado, Universidad de Boyacá]. Repositorio Institucional Universidad de Boyacá. https://repositorio.uniboyaca.edu.co/handle/uniboyaca/793

Calizaya Ramos, Y., Nachipucha Parra, L. A., Barco Acosta, J., & Reinoso Chamorro, L. F. (2026). Impacto de la economía popular y solidaria en la reducción de la pobreza rural en Ecuador. *REDSA Ecuadorian Journal of Social and Environmental Development, 1*(1), 70–89. https://doi.org/10.66646/redsa-2026/0c771970

Cancino, C. (2024). The challenges of the conservation of earthen sites in seismic areas. In Y. Endo & T. Hanazato (Eds.), *Structural analysis of historical constructions: SAHC 2023* (RILEM Bookseries, Vol. 46, pp. 709–723). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39450-8_58

Catalán Quiroz, P., Moreno-Martínez, J. Y., Arroyo Matus, R., & Galván, A. (2019). Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayes de laboratorio. *Acta Universitaria, 29*, e1861. https://doi.org/10.15174/au.2019.1861

Comisión Nacional de Vivienda. (2021). *Recomendaciones estructurales y constructivas para vivienda tradicional*. https://siesco.conavi.gob.mx/doc/tecnicos/recomendaciones/Estructura%20Vivienda%20tradicional.pdf

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación. (2015). *Industria de la construcción: Bloques de tierra comprimida estabilizados con cal—Especificaciones y métodos de ensayo* (Norma NMX-C-508-ONNCCE-2015). https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-c-508-onncce-2015/

da Silva, N. A., Cecchin, D., Rocha, C. A. A., Toledo Filho, R. D., Pessin, J., Rossi, G., Bambi, G., Conti, L., & Ferraz, P. F. P. (2024). Influence of coconut fiber incorporation on the mechanical behavior of adobe blocks. *Agronomy Research, 22*(Special Issue 3), 1504–1516. https://doi.org/10.15159/ar.24.064

Esponda Pérez, J. A., Chavira López, M. F., Galindo Ramírez, S. M., & Cabrera Sarmiento, L. M. (2026). Sostenibilidad alimentaria y resiliencia socioambiental en Chiapas: Desafíos y oportunidades para el desarrollo territorial sostenible. *REDSA Ecuadorian Journal of Social and Environmental Development, 1*(3), 28–48. https://doi.org/10.66646/redsa-2026/y5mpjq78

Niño Gutiérrez, N. S. (2025). Huracán Otis

y sus impactos en Acapulco, Guerrero. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres, 9*(2), 156–168. https://doi.org/10.55467/reder.v9i2.190

Hastings García, I., & Álvarez Gutiérrez, J. (2024). Procesos participativos en la construcción con tierra en comunidades rurales de México. *Memorias del Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra—SIACOT*, (22), 883–894. https://revistas.udelar.edu.uy/OJS/index.php/msiacot/article/view/2943

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Illanes Chocce, C., & Santa María Solórzano, J. J. (2023). *Diseño y evaluación de unidades de adobe estabilizado con mucílago de cactus y fibra de cabuya para mejorar la resistencia a compresión, flexión y reducir la absorción del agua en el distrito de Tapo, provincia de Tarma, departamento de Junín* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/entities/publication/91d2835c-57fb-5b30-9525-12819a8279ad

Jerónimo-Vargas, C., Rosales-Chávez, D., Valadéz-Castañeda, A., & Allende-Adelaido, D. (2022). Propuestas de adobe para viviendas vulnerables en el estado de Guerrero. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI, 10*(19), 120–131. https://doi.org/10.29057/icbi.v10i19.8247

Laureano Hurtado, R. J., Melo Vasquez, S. M., Martinez Asto, D., & Laurencio Luna, M. I. (2026). Effect of coconut fiber and expired cement on the physical-mechanical and thermal properties of adobe blocks. *Journal of the Civil Engineering Forum, 12*(1), 122–140. https://doi.org/10.22146/jcef.22352

Magaña Mendoza, P. C. (2021). *Mejoramiento del adobe, integrando óxido de calcio y fibra de coco, para evaluar sus resistencias de compresión, térmica y absorción de humedad* [Tesis de maestría, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Colima]. Repositorio Institucional del Tecnológico Nacional de México. https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/5727

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Norma Técnica E.080: Diseño y construcción con tierra reforzada* (Resolución Ministerial N.º 121-2017-VIVIENDA). https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/12310-121-2017-vivienda

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación. (2012). *Industria de la construcción: Mampostería—Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural—Especificaciones y métodos de ensayo* (Norma NMX-C-404-ONNCCE-2012). https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-c-404-onncce-2012/

Pineda-Martínez, L. F., Hernández-Aguilar, M. L., Vega-Camarena, J. P., & Travieso-Bello, A. C. (2025). Análisis forense de los efectos del huracán John (2024) en el municipio de Acapulco, Guerrero. En R. Pérez Gutiérrez, O. Frausto Martínez, I. A.-Z. Pardo Pedrote y J. A. Carreto Gutiérrez (Coords.), *Monitoreo de peligros hidrogeológicos y sus efectos en el sur de México tras el paso del huracán John* (pp. 114–133). Universidad Autónoma de Guerrero. https://www.researchgate.net/

publication/398821816_Analisis_forense_de_los_efectos_del_huracan_John_2024_en_el_municipio_de_Acapulco_Guerrero

Ruiz Serrano, M. (2020). El adobe, pieza fundamental en la bioconstrucción. En H. P. Serrano Barquín, M. Ruiz Serrano, M. Zarza, E. Serrano Barquín y R. Estrada Olivella (Eds.), *El adobe: Su tradición simbólica y arquitectónica en el Estado de México* (pp. 49–72). Ediciones y Gráficos Eón. https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/108995

Ruvalcaba Flores, M. G. (2023). *Adobe estabilizado como material de construcción* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de la Facultad de Arquitectura, UNAM. https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2023/abril/0837881/0837881.pdf

Sánchez Calvillo, A., Alonso Guzmán, E. M., & López Núñez, M. del C. (2021). Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los sismos de 2017. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (10), 9–29. https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.162

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural del Estado de Guerrero. (2023, 30 de mayo). *Ubicación geoespacial de 36 municipios que siembran sorgo forrajero en el estado de Guerrero*. https://campoguerrero.gob.mx/index.php/2023/05/30/ubicacion-geoespacial-de-36-municipios-que-siembran-sorgo-forrajero-en-el-estado-de-guerrero/

Servicio Sismológico Nacional. (2026, 2 de enero). *Sismo del 2 de enero de 2026, San Marcos, Guerrero (M 6.5)* [Reporte especial]. Universidad Nacional Autónoma de México. http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2026/SSNMX_rep_esp_20260102_Guerrero_M65.pdf

Silva Cascante, A. V., Calvo Barriga, M. I., Vásquez Mora, C. A., & Uría, G. del R. (2022). Hacia el rescate de una cultura constructiva de morteros con materiales y técnicas constructivas tradicionales para una correcta intervención patrimonial. *Project Design and Management, 4*(1), 128–153. https://doi.org/10.35992/pdm.v4i1.905

Silva González, U., Ascencio López, O., & Alcaraz Morales, O. (2026). De lo vernáculo a lo turístico: Transfiguración de la vivienda tradicional en la Costa Chica de Guerrero frente al auge de la vivienda turística residencial. Caso de estudio: Playa Ventura, Copala, Guerrero. *Topofilia*, (32), 151–177. https://topofilia.buap.mx/index.php/topofilia/article/view/692

Zeas Solórzano, V. J., & Benalcázar Soto, M. G. (2021). *Mejoramiento de bloques de adobe con fibras de cabuya y aceite de linaza* [Trabajo de titulación, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/37366

## DERECHOS DE AUTOR

Alonso Guzmán, L., Calixto Victoriano, J. O., & Hernández Alarcón, V. M. (2026).

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo la licencia Creative Commons de Atribución No Comercial 4.0, que permite su uso sin restricciones, su distribución y reproducción por cualquier medio, siempre que no se haga con fines comerciales y el trabajo original sea fielmente citado.

## COMO CITAR:

Alonso Guzmán, L., Calixto Victoriano, J. O., & Hernández Alarcón, V. M. (2026). Adobe reforzado con fibras vegetales en zonas sísmicas de Latinoamérica: vivienda resiliente y economía circular. *REDSA Revista Ecuatoriana de Desarrollo Social yAmbiental, 1*(3) 192 - 210. https://doi.org/10.66646/redsa-2026/t7131667