



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.  
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATI120618V12

**Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.**

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>

**Año: XIII    Número: 2    Artículo no.:59    Período: 1 de enero del 2026 al 30 de abril del 2026**

**TÍTULO:** Aproximación diagnóstica y restauración sostenible de viviendas de Adobe en Tula, Tamaulipas: preservación del patrimonio habitacional del noreste de México.

**AUTORES:**

1. Máster. María Emilia Robles-Aranda.
2. Dra. Yolanda Guadalupe Aranda-Jiménez.
3. Máster. Carlos Zúñiga-Leal.
4. Dr. Miguel Reyna-Castillo.

**RESUMEN:** En el noreste semiárido de México, la arquitectura vernácula de Adobe enfrenta riesgos por abandono, intervenciones inadecuadas y pérdida de saberes constructivos. Este estudio realiza una aproximación diagnóstica a dos viviendas tradicionales en Tula, Tamaulipas, con valor histórico y riqueza en técnicas de tierra. Se aplicaron fichas técnicas, observación directa y registro fotográfico para identificar patologías recurrentes como humedad capilar, desprendimiento de recubrimientos, pérdida de material en esquinas y daños por uso de cemento. A partir del diagnóstico, se proponen soluciones sostenibles basadas en materiales locales compatibles como tierra, cal y aditivos naturales. El estudio aporta evidencia contextualizada para la restauración sostenible del patrimonio habitacional rural y promueve su conservación con criterios técnicos, culturales y ecológicos.

**PALABRAS CLAVES:** patrimonio habitacional, arquitectura de tierra, vivienda vernácula, restauración sostenible, Tula Tamaulipas.

**TITLE:** Diagnostic approach and sustainable restoration of adobe houses in Tula, Tamaulipas: preservation of the housing heritage of northeastern Mexico.

**AUTHORS:**

1. Master. María Emilia Robles-Aranda.
2. PhD. Yolanda Guadalupe Aranda-Jiménez.
3. Master. Carlos Zúñiga-Leal.
4. PhD. Miguel Reyna-Castillo

**ABSTRACT:** In semi-arid northeastern Mexico, vernacular adobe architecture faces risks from neglect, inadequate interventions, and loss of construction knowledge. This study provides a diagnostic approach to two traditional dwellings in Tula, Tamaulipas, with historical value and rich earthwork techniques. Technical data sheets, direct observation, and photographic records were used to identify recurring pathologies such as rising damp, peeling of coatings, loss of material at corners, and damage from cement use. Based on the diagnosis, sustainable solutions based on compatible local materials such as earth, lime, and natural additives are proposed. The study provides contextualized evidence for the sustainable restoration of rural housing heritage and promotes its conservation based on technical, cultural, and ecological criteria.

**KEY WORDS:** housing heritage, earth architecture, vernacular housing, sustainable restoration, Tula Tamaulipas.

**INTRODUCCIÓN.**

La arquitectura de tierra representa una de las expresiones más antiguas de la relación entre las comunidades humanas y su entorno. En regiones áridas y semiáridas como el noreste de México, el uso del Adobe ha sido históricamente una solución constructiva eficiente, económica y adaptada a las condiciones climáticas y culturales del territorio. Esta técnica vernácula no solo responde a una lógica material, sino que encierra saberes tradicionales, prácticas comunitarias y valores identitarios que

conforman un patrimonio habitacional de alto valor social y cultural (Guerrero, 2007; Balaguer, 2018; Guerrero, 2018). A pesar de ello, este patrimonio enfrenta procesos de abandono, transformación o destrucción debido a la creciente hegemonía de sistemas constructivos industrializados, la pérdida de conocimientos tradicionales y la falta de políticas públicas eficaces para su conservación (Shittu, 2024; Dincyurek et al., 2003; Lin et al., 2024).

La arquitectura de tierra, y en particular, la vivienda de Adobe, ha sido marginada en los discursos de desarrollo urbano y vivienda social por considerarse obsoleta o insegura. Esta percepción ha generado una profunda brecha entre las prácticas constructivas tradicionales y las soluciones modernas, muchas veces incompatibles con las condiciones físico-mecánicas de los materiales originales (Esteve & Benet, 2018; Guerrero, 2018).

La introducción de materiales como el cemento o los aplanados no transpirables ha tenido efectos contraproducentes sobre la durabilidad de las viviendas, al bloquear los ciclos de humedad y provocar patologías estructurales como fisuras, desprendimientos y biodeterioro (Ceja Soto et al., 2022; Sánchez et al., 2021). En este contexto, surge la necesidad urgente de revalorar estas construcciones no solo como expresión arquitectónica, sino como parte integral del tejido social y del derecho a un hábitat digno y sostenible.

Diversas investigaciones han señalado que la sostenibilidad inherente de la arquitectura de tierra radica en su bajo impacto ambiental, su eficiencia bioclimática y su integración con los ecosistemas locales. En zonas rurales y semiurbanas, estas edificaciones representan soluciones habitacionales resilientes, con baja huella de carbono y una notable capacidad de autorregulación térmica (Sharma & Sharma, 2024; Guerrero Baca & Ávila Boyas, 2019). En particular, técnicas de restauración basadas en el uso de materiales naturales como fibras vegetales, mucílago de nopal, cal y tierra local han demostrado mejoras significativas en la resistencia mecánica y la durabilidad de los muros de adobe (López-Rebollo et al.,

2024; Jové, 2017). Estas estrategias no solo resultan más accesibles para las comunidades, sino que además fomentan la autosuficiencia técnica y la transmisión intergeneracional del conocimiento.

Para aplicar intervenciones eficaces, es indispensable realizar un diagnóstico adecuado del estado de conservación de los inmuebles. La identificación de patologías, su clasificación y el análisis de sus causas permiten proponer soluciones coherentes con el sistema constructivo original y con las condiciones locales (Mileto & Vegas, 2017; Torres Gilles & Jorquera Silva, 2018). Las patologías más frecuentes en las viviendas de adobe incluyen fisuras por asentamientos diferenciales, desprendimientos debidos a humedad ascendente, biodeterioro en elementos de madera, y pérdida de cohesión superficial por acción del viento o el agua (Sánchez et al., 2021; Balaguer, 2018). El análisis técnico debe combinarse con una comprensión contextual que reconozca el papel activo de los habitantes en el mantenimiento y la transformación de sus espacios.

El presente artículo tiene como objetivo documentar una aproximación diagnóstica al estado de conservación de una vivienda tradicional de adobe localizada en el municipio de Tula, Tamaulipas, noreste de México. Se busca identificar las principales patologías observadas en el inmueble, analizar sus causas y describir una intervención puntual basada en técnicas de restauración sostenibles y materiales compatibles con la construcción original. La metodología empleada se basó en inspección visual, registro fotográfico y elaboración de fichas diagnósticas, siguiendo principios técnicos validados por la literatura especializada (Guerrero Baca & Ávila Boyas, 2019; Lin et al., 2024).

La importancia de este estudio radica en ofrecer una experiencia concreta que pueda ser replicable en otros contextos rurales y semiurbanos, y que sirva como base para reflexionar sobre la necesidad de generar estrategias accesibles de conservación del patrimonio habitacional. A diferencia de intervenciones altamente especializadas o costosas, esta propuesta rescata el potencial de las prácticas locales y la participación de los habitantes como factores clave para la sostenibilidad del hábitat construido. En un

momento en que las políticas de vivienda tienden a homogeneizar el territorio; este trabajo revaloriza la diversidad material y cultural como un activo para el desarrollo social.

Como resultado de esta experiencia, se propone avanzar hacia la elaboración de lineamientos básicos de autodiagnóstico y restauración comunitaria, con el fin de preservar el patrimonio construido con tierra en el noreste de México. El caso documentado permite visualizar los beneficios tangibles de aplicar técnicas apropiadas desde una lógica de bajo costo, alta compatibilidad y pertinencia cultural; de este modo, el artículo se inscribe en una línea de investigación y acción orientada al fortalecimiento del derecho a un hábitat digno, resiliente y enraizado en los saberes del territorio.

## **DESARROLLO.**

### **Metodología.**

#### ***Descripción del contexto territorial y del caso.***

El estudio se desarrolla en el municipio de Tula, Tamaulipas, al noreste de México, una región semiárida con una importante tradición en el uso de sistemas constructivos vernáculos como el adobe. Las viviendas de tierra en esta localidad reflejan una adaptación climática, cultural y material profundo, pero actualmente enfrentan un creciente proceso de deterioro debido a la sustitución de materiales, falta de mantenimiento técnico, y pérdida de saberes comunitarios. Las viviendas seleccionadas para el estudio se encuentran habitadas y presentan un estado intermedio de conservación, lo que permitió documentar tanto las patologías existentes como una intervención correctiva basada en materiales y técnicas tradicionales.

Ambas edificaciones conservan su estructura de una sola planta con muros portantes de adobe y modificaciones posteriores en sus acabados, particularmente con materiales industriales como el cemento. Estas alteraciones han provocado afectaciones visibles en la integridad de los muros. Las condiciones térmicas extremas, junto con la acción del agua y la falta de elementos protectores como aleros o zócalos, incrementan el riesgo de humedad por capilaridad, escorrentía y biodeterioro. Según Guerrero (2018) y

Balaguer (2018), estas condiciones se repiten en otras regiones del país, y su combinación con prácticas inadecuadas de intervención acelera el deterioro del patrimonio de tierra.

### ***Tipo de estudio y enfoque metodológico.***

Este trabajo se enmarca en un enfoque cualitativo, aplicado y descriptivo, adoptando la estrategia de estudio de caso múltiple. Esta metodología permite un análisis reflexivo y contextualizado del fenómeno, especialmente útil en el ámbito de la arquitectura vernácula, donde cada inmueble posee condiciones particulares de uso, alteración y conservación (Mileto & Vegas, 2017; Sánchez et al., 2021). La selección de los dos casos respondió a criterios de accesibilidad, representatividad del sistema constructivo, presencia de patologías típicas y posibilidad de documentar intervenciones ejecutadas con materiales compatibles, lo que otorga valor demostrativo a la experiencia.

### ***Técnicas de recopilación de información.***

Se utilizaron tres técnicas principales: observación directa, registro fotográfico y fichas técnicas de diagnóstico. La inspección visual permitió identificar patologías en muros como fisuras, desprendimientos, manchas por humedad, y pérdida de material superficial. Este método está validado en estudios previos de arquitectura de tierra como herramienta eficaz para diagnóstico preliminar (Balaguer, 2018; Jové, 2017). El registro fotográfico acompañó la descripción de lesiones antes y después de la intervención. Se adaptó una ficha técnica para documentar variables como ubicación del daño, tipo de material afectado, hipótesis de causa y propuesta de solución.

Se observó puntualmente el proceso artesanal de mezcla y aplicación del nuevo aplanado correctivo, registrando sus componentes y ejecución. Aunque no se realizaron ensayos de laboratorio, la intervención se fundamentó en recetas documentadas en investigaciones sobre restauración sostenible (Guerrero Baca & Ávila Boyas, 2019; López-Rebollo et al., 2024), validadas en contextos rurales del noreste mexicano.

### ***Criterios diagnósticos y clasificación de patologías.***

El análisis de daños se estructuró con base en una tipología extraída de la literatura especializada sobre patologías en arquitectura de tierra (Sánchez et al., 2021; Ceja Soto et al., 2022). Las categorías incluyeron: i) Humedades por capilaridad, comúnmente en la base de los muros, agravadas por acabados no transpirables; ii) Desprendimientos superficiales, debidos a la incompatibilidad entre el adobe y recubrimientos cementicios; iii) Fisuración estructural leve, atribuida a asentamientos diferenciales o movimientos del subsuelo; y iv) Biodeterioro en madera, causado por insectos y humedad retenida.

La causalidad se fundamentó en Mileto & Vegas (2017) y Jové (2017), quienes enfatizan que la falta de compatibilidad física-química de los materiales modernos como el cemento, acelera el deterioro del adobe. La ausencia de elementos técnicos tradicionales como contra-cimentación o aleros también se identificó como causa común.

### ***Técnica de intervención aplicada.***

La intervención consistió en eliminar los aplanados de cemento presentes en las viviendas y sustituirlos por una mezcla tradicional compuesta de tierra local de plasticidad media, 3% de paja, cal hidratada y mucílago de nopal. Esta mezcla se aplicó en dos capas: primero, un revoque de regularización, y luego un acabado arenoso-calcáreo con fibras naturales. El objetivo fue garantizar porosidad, transpirabilidad y compatibilidad con el muro original, principios fundamentales de la restauración sostenible (Guerrero Baca & Ávila Boyas, 2019; Lin et al., 2024).

Durante las semanas posteriores, se observó un desempeño estable en los tramos intervenidos, sin aparición de nuevas grietas ni desprendimientos visibles, lo cual refuerza la pertinencia de este tipo de soluciones.

### ***Limitaciones y alcances de la metodología del estudio.***

Aunque en el estudio original se recopilaban datos diagnósticos de 13 viviendas tradicionales del municipio de Tula, Tamaulipas; en este artículo se presentan solo dos casos considerados representativos,

seleccionados por la variedad y claridad de sus patologías, así como por la viabilidad de intervención observada. Esta elección responde a criterios de profundidad analítica, didáctica y relevancia diagnóstica, sin que ello limite la riqueza y diversidad del conjunto completo de viviendas evaluadas.

Una limitación importante del estudio es que al focalizarse en estos dos casos específicos, no es posible generalizar los resultados a todo el patrimonio de tierra de la región; no obstante, su fortaleza metodológica radica en ofrecer una experiencia profundamente contextualizada, con capacidad de ser replicada en otras viviendas similares del noreste de México. La estrategia cualitativa y el enfoque de estudio de caso permiten extraer buenas prácticas replicables en comunidades rurales donde persisten construcciones vernáculas de tierra.

Se reconoce que el seguimiento a largo plazo de la intervención aún está en desarrollo, aunque los resultados preliminares apuntan a la eficacia de soluciones constructivas basadas en saberes tradicionales y materiales locales. Estos elementos se posicionan como claves en la construcción de procesos de restauración sostenibles, culturalmente pertinentes y de bajo impacto económico (Jové, 2017; Balaguer, 2018).

### ***Resultados.***

#### **Diagnóstico visual y técnico de los casos habitacionales en Tula.**

Con base en la inspección directa y el registro sistematizado a través de fichas técnicas, se documentaron dos viviendas tradicionales construidas con adobe en el municipio de Tula, Tamaulipas. Ambas presentan características vernáculas típicas de la región: muros de adobe con espesores de entre 50 y 60 cm, techumbres a dos aguas con estructura de madera, cubiertas con teja de barro y aplanados deteriorados.

Las condiciones climáticas de Tula, de tipo semiárido templado con variaciones térmicas notables y lluvias estacionales concentradas, propician el desarrollo de patologías por humedad ascendente, erosión superficial y agrietamientos. Estas condiciones se agravan por la pérdida de saberes constructivos



tradicionales, la falta de mantenimiento y el uso de materiales no compatibles con el sistema original, tal como se documenta en estudios previos (Guerrero, 2018; Balaguer, 2018; Ceja Soto et al., 2022).

### Principales patologías identificadas.

Los casos analizados comparten un patrón de patologías reiterativas que permiten establecer tipologías comunes (Tabla 1).

Tabla 1. Patologías comunes en las viviendas tradicionales de adobe analizadas.

Patología común	Descripción
Humedad por capilaridad	Ambas viviendas presentan manchas de humedad visibles en la base de los muros, con desprendimiento de aplanados y formación de sales higroscópicas (eflorescencias). Este fenómeno ha sido ampliamente documentado como una de las causas más frecuentes de deterioro en construcciones de tierra (Sánchez et al., 2021).
Fisuración estructural leve y moderada	Se observaron grietas verticales y diagonales en muros de carga, algunas asociadas a asentamientos diferenciales y otras al empuje de techumbres con deformaciones visibles.
Desprendimiento de recubrimientos	El uso de aplanados a base de cemento en intervenciones pasadas ha provocado desadherencia, cuarteaduras y falta de transpiración, agravando la acumulación de humedad interna (Guerrero, 2018; Esteve & Benet, 2018).
Pérdida de material en esquinas	Las esquinas estructurales de los muros presentan pérdida de volumen por escurrimiento y viento, debilitando los encuentros estructurales.

Biodeterioro en elementos de madera	Se registró presencia de xilófagos en techumbres, así como putrefacción en partes de la estructura de apoyo de puertas y ventanas.
-------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **Evaluación del estado de conservación.**

A través del sistema de valoración cualitativa integrado en las fichas técnicas, se estableció un rango de conservación intermedio a deficiente para ambas viviendas. Esta clasificación se basa en la combinación de afectaciones visibles, riesgo de colapso parcial y alteraciones funcionales del espacio.

En ambos casos se identificaron intervenciones anteriores no compatibles con el adobe, como reparaciones con mortero Portland, instalación de pisos cerámicos sobre tierra compactada sin barrera capilar, y ausencia de drenaje pluvial perimetral. Tales prácticas coinciden con los factores críticos señalados en la literatura como aceleradores del deterioro en arquitectura de tierra (Lin et al., 2024; López-Rebollo et al., 2024).

### **Observaciones sobre los procesos de intervención local.**






En uno de los casos analizados, la familia propietaria realizó un intento de restauración artesanal empleando tierra del sitio, fibras vegetales e ingredientes tradicionales como el mucílago de nopal. Esta intervención, si bien empírica, logró estabilizar el muro exterior por un periodo estimado de dos años, evitando la progresión del deterioro y reduciendo visiblemente la humedad superficial. Este hecho resulta relevante, ya que confirma las observaciones de Jové (2017) y Guerrero Baca & Ávila Boyas (2019) sobre la eficacia de técnicas tradicionales cuando se aplican con criterios de compatibilidad y conocimiento del entorno.

### **Análisis comparativo de las fichas.**

Ambas fichas técnicas, correspondientes a viviendas vernáculas de adobe localizadas en el municipio de Tula, Tamaulipas, evidencian patrones recurrentes de deterioro en zonas específicas del inmueble. Como se observa en la Tabla 2, la ficha diagnóstica de la vivienda ubicada en la calle Allende reporta daños

concentrados en la base de los muros, con manchas por humedad ascendente, eflorescencias salinas y desprendimientos de aplanados cementosos, lo que limita la transpirabilidad del material original y agrava el deterioro (Sánchez et al., 2021; Guerrero, 2018).

Tabla 2. Ficha técnica diagnóstica de vivienda vernácula de adobe ubicada en la calle Allende, Tula, Tamaulipas.

TAMAULIPAS		TULA	P. RUIZ MOLINA	TTRM1
<i>Estado</i>		<i>Municipio</i>	<i>Ejido/ Localidad</i>	<i>Clave</i>
		<b>Breve descripción del inmueble/Sistema constructivo:</b> Vivienda de adobe con cubierta de madera impermeabilizada con membrana prefabricada de poliéster (impermeabilizante en rollo vulcanizado), techumbre de lámina y postes de madera a manera de porche en el frente de la vivienda, aplanado de cemento; un solo volumen principal. <i>*Documentación exterior.</i>		
<b>Vivienda habitada:</b>				Sí
<b>Vivienda intervenida por usuarios:</b>				Sí
				
<b>FICHA DE PATOLOGÍA</b>				TTRM1-01
<b>Localización/ Elemento/ Material</b>		<b>Fotografías</b>		
Aplanado de cemento en muros de adobe exteriores <b>calle Allende</b>				
<b>Tipo de lesión</b>				
<b>Alteración:</b> Desprendimiento				
<b>Descripción</b>				
Desprendimiento del aplanado de cemento en muros de adobe en el exterior				
<b>Hipótesis de causa y origen</b>				
La incompatibilidad entre el aplanado de cemento y el muro de adobe, debido a que no permite la correcta evaporación de humedad del elemento, así como la falta de				

contracimientto (que permite la humedad por capilaridad en el muro) es la causa probable de este desprendimiento.

Por su parte, en la Tabla 3, la ficha diagnóstica correspondiente a la vivienda localizada en la calle Lerdo de Tejada refleja afectaciones similares, aunque con mayor incidencia de fisuras diagonales y biodeterioro en elementos de madera, particularmente en marcos y techumbres. Se observa, además, pérdida de material en esquinas estructurales, asociada al escurrimiento pluvial y la acción del viento, lo cual compromete la resistencia de los encuentros estructurales, tal como han documentado Jové (2017) y Balaguer (2018).

Tabla 3. Ficha técnica diagnóstica de vivienda vernácula de adobe ubicada en la calle Lerdo de Tejada, Tula, Tamaulipas.

TAMAULIPAS		TULA	P. RUIZ MOLINA	TTRM2
<i>Estado</i>		<i>Municipio</i>	<i>Ejido/ Localidad</i>	<i>Clave</i>
		<b>Breve descripción del inmueble/Sistema constructivo:</b> Vivienda de adobe con cubierta de madera y lámina, aplanado de arena-cal; dos volúmenes independientes. <i>*Documentación exterior.</i>		
		<b>Vivienda habitada:</b>		Sí
		<b>Vivienda intervenida por usuarios:</b>		Sí
<b>FICHA DE PATOLOGÍA</b>				TTRM2-01
<b>Localización/ Elemento/ Material</b>		<b>Fotografías</b>		
Aplanado en muros exteriores				
<b>Tipo de lesión</b>				
<b>Alteración:</b> Desprendimiento				
<b>Descripción</b>				
Desprendimiento de aplanados en muro exterior				
<b>Hipótesis de causa y origen</b>				
Al proyectarse solamente sobre el muro de la fachada principal de la vivienda, la cubierta sólo protege de los elementos a dicho elemento, mientras que los muros laterales se ven				

expuestos al agua y sol, aunado a una falta de mantenimiento, es probable que el desprendimiento del aplanado se deba a esto.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ambas fichas permiten observar patrones coincidentes: el deterioro se localiza principalmente en bases de muro, esquinas y elementos expuestos sin protección contra lluvia o escurrimiento. Las zonas más resguardadas por aleros, vegetación o sombra presentan un mejor estado de conservación, lo que refuerza la importancia de los elementos pasivos de protección en el diseño vernáculo. Aunque no se identificaron elementos estructurales con riesgo inminente de colapso, las fichas evidencian debilidades acumuladas que podrían comprometer la estabilidad de los inmuebles en un mediano plazo si no se implementan acciones correctivas.

La comparación entre ambas viviendas refuerza la necesidad de integrar diagnósticos previos a cualquier intervención, priorizando criterios diferenciados según orientación, exposición a lluvia, pendiente del terreno y presencia de vegetación adyacente. Esta aproximación no solo permite una mejor comprensión del deterioro, sino que también aporta insumos relevantes para una restauración sostenible, basada en materiales compatibles y soluciones adaptadas al contexto territorial (Balaguer, 2018; Sánchez et al., 2021; Mileto & Vegas, 2017).

### **Discusión.**

Los resultados obtenidos en el diagnóstico de las viviendas de adobe en Tula, Tamaulipas, permiten identificar una serie de patologías recurrentes que han sido ampliamente documentadas en la literatura sobre arquitectura de tierra. La presencia de humedad por capilaridad en las bases de los muros, acompañada por desprendimiento de recubrimientos y formación de eflorescencias, coincide con lo reportado por Sánchez et al. (2021), quienes señalan que este tipo de deterioro es uno de los más frecuentes y críticos en edificaciones de adobe, especialmente cuando se introducen materiales no transpirables como el cemento. En ambos casos analizados, el uso previo de recubrimientos incompatibles generó efectos acumulativos que comprometieron la integridad material de los muros.

La aparición de fisuras verticales y diagonales en muros portantes, identificadas como estructurales leves y moderadas, concuerda con las observaciones de Jové (2017) y Ceja Soto et al. (2022), quienes destacan que los movimientos diferenciales del terreno, el empuje de techumbres mal alineadas o deformadas, y la ausencia de sistemas de refuerzo adecuados, contribuyen a este tipo de daños. Las grietas detectadas en Tula pueden entenderse no solo como consecuencias de fallas estructurales puntuales, sino también como reflejo de procesos constructivos empíricos, que si bien funcionales en su origen, han sido alterados por intervenciones posteriores sin criterios técnicos adecuados.

En línea con lo discutido por Guerrero (2018) y Esteve & Benet (2018), el uso de aplanados de cemento y otros materiales industriales ha generado incompatibilidades físico-químicas con el sistema constructivo original, promoviendo procesos de deterioro acelerado. Esta problemática, observada en ambas viviendas, refuerza la advertencia de Mileto y Vegas (2017) sobre la necesidad de respetar la transpirabilidad de los muros de tierra para evitar la acumulación de humedad interna y sus consecuencias mecánicas.

La pérdida de material en esquinas estructurales y el biodeterioro en elementos de madera documentados en las fichas coinciden con los patrones reportados por Balaguer (2018), quien resalta la vulnerabilidad de las aristas de muro por su mayor exposición al escurrimiento de agua, viento y radiación solar. La falta de protección adecuada (como aleros, contra zócalos o drenajes) contribuye al desgaste progresivo, mientras que el deterioro de elementos de madera por insectos xilófagos, evidenciado en techumbres y marcos, confirma la necesidad de incluir criterios de mantenimiento preventivo en toda intervención.

Finalmente, la validación empírica de una intervención artesanal con materiales compatibles —tierra local, cal, mucílago de nopal y fibras naturales— se alinea con los estudios de López-Rebollo et al. (2024) y Guerrero Baca & Ávila Boyas (2019), quienes han demostrado su efectividad para restauraciones sostenibles. El seguimiento visual de los resultados sin presencia de nuevas fisuras o desprendimientos sugiere que estas soluciones no solo son viables técnicamente, sino también accesibles y reproducibles en

contextos rurales. Esto refuerza el enfoque de restauración sostenible basado en saberes tradicionales, enfatizado a lo largo del documento de referencia.

## **CONCLUSIONES.**

El presente estudio confirma que las viviendas de adobe en el municipio de Tula, Tamaulipas, presentan un patrón recurrente de deterioro asociado a la humedad por capilaridad, el uso de materiales incompatibles como el cemento y la falta de mantenimiento preventivo. Las fisuras estructurales, el desprendimiento de recubrimientos, y el biodeterioro en elementos de madera reflejan una vulnerabilidad acumulada que compromete progresivamente la estabilidad de estos inmuebles; sin embargo, también se evidenció que intervenciones con materiales tradicionales —como tierra local, cal, mucílago de nopal y fibras vegetales— ofrecen soluciones compatibles, sostenibles y de bajo costo, especialmente adecuadas para contextos rurales.

Este tipo de intervenciones no sólo permite preservar el patrimonio material, sino también los saberes constructivos tradicionales, fortaleciendo la resiliencia del hábitat rural. La metodología de diagnóstico mediante fichas técnicas y observación directa demostró ser eficaz para documentar las patologías y orientar criterios de restauración adecuados. Se concluye que la sostenibilidad del patrimonio habitacional de tierra depende no solo del conocimiento técnico, sino también de la apropiación comunitaria, la sensibilidad territorial y el fomento de estrategias de intervención accesibles, replicables y culturalmente pertinentes.

### **Implicaciones técnicas, patrimoniales y sociales para la restauración sostenible del hábitat rural.**

Los hallazgos de esta investigación ofrecen diversas implicaciones relevantes para los ámbitos técnico-constructivo, patrimonial y social. En primer lugar, desde el punto de vista técnico, se demuestra que los sistemas de restauración basados en materiales locales (como tierra, mucílago de nopal, fibras vegetales y cal) constituyen una alternativa eficaz y sostenible para conservar viviendas de adobe en contextos rurales

y semiáridos. Su compatibilidad físico-química con los sistemas originales garantiza mayor durabilidad y evita patologías inducidas por el uso de materiales incompatibles, como el cemento.

Desde el enfoque patrimonial, este trabajo visibiliza el valor de las viviendas vernáculas como testimonios culturales y constructivos que integran identidad, memoria colectiva y soluciones bioclimáticas adaptadas al territorio. La aplicación de diagnósticos contextualizados mediante fichas técnicas permite diseñar intervenciones respetuosas que preservan tanto el carácter material como inmaterial del patrimonio.

En el plano social, las acciones de restauración con participación de los propios habitantes refuerzan la apropiación del entorno construido, fomentan el aprendizaje intergeneracional de saberes tradicionales y contribuyen a una visión más digna y sostenible de la vivienda popular. Estos enfoques fortalecen el derecho a un hábitat adecuado y abren posibilidades para diseñar políticas públicas culturalmente sensibles y técnicamente viables.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

1. Balaguer Garzón, L. (2018). En tierra serrana. La restauración de la arquitectura tradicional de tierra en la comarca de La Serranía de Valencia. Estudio del comportamiento bioclimático y la eficiencia energética en las intervenciones [Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/113642>.
2. Ceja Soto, F. R., Perez Bueno, J. de J., Mendoza Lopez, M. L., Hernandez Chavela, M., Perez Ramos, M. E., & Manzano-Ramírez, A. (2022). Hydrothermal Evaluation of Vernacular Housing: Comparing Case Studies of Waste PET Bottles, Stone, and Adobe Houses. *Buildings*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/buildings12081162>.
3. Dincyurek, O., Mallick, F. H., & Numan, I. (2003). Cultural and environmental values in the arcaded Mesaorian houses of Cyprus. *Building and environment*, 38(12), 1463–1473. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(03\)00159-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(03)00159-8).



4. Esteve Roig, D., & Benet Ramos, Ó. (2018). Mas de Burot. Ejemplo de buenas prácticas en arquitectura tradicional y referente del patrimonio etnológico el PN Els Ports.
5. Guerrero Baca, L. F. (2007). Earthen architecture: Towards the recovery of a constructional culture. *Apuntes: Revista de Estudios Sobre Patrimonio Cultural - Journal of Cultural Heritage Studies*, 20(2), 182–201. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-97632007000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-97632007000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=es).
6. Guerrero Baca, L. F., & Ávila Boyas, E. (2019). Pañetes de tierra estabilizada con nopal. *REVISTA NODO*, 14(27), 53–62. <https://doi.org/10.54104/nodo.v14n27.167>.
7. Guerrero, L. F. (2018). Earth as a sustainable material for conservation. *Estoa*, 7(13), 51–60. <https://doi.org/10.18537/est.v007.n013.a04>.
8. Jové Sandoval, F. (2017). La restauración de la Arquitectura Tradicional, oficios y técnicas de construcción. *El Paisaje de Urueña, Arquitecturas Del Campo*, 31–47. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/24259>.
9. Lin, X., Zhang, Y., Wu, Y., & Yang, Y. (2024). Assessment of Architectural Typologies and Comparative Analysis of Defensive Rammed Earth Dwellings in the Fujian Region, China. *Buildings*, 14(11), 3652. <https://doi.org/10.3390/buildings14113652>.
10. López-Rebollo, J., Cárdenas-Haro, X., Parra-Vargas, J. P., Narváez-Berrezueta, K., & Pino, J. (2024). Improvement of Mechanical Properties of Compressed Earth Blocks with Stabilising Additives for Self-Build of Sustainable Housing. *Buildings*, 14(3), 664. <https://doi.org/10.3390/buildings14030664>.
11. Mileto, C., & Vegas, F. (2017). Calaméo - Proyecto COREMANS. Criterios de intervención en la arquitectura de tierra / The COREMANS Project. Intervention Criteria for Earthen Architecture. *El Paisaje Urueño, Arquitecturas Rurales*. <https://www.calameo.com/books/000075335431721e39425>
12. Sánchez, A., Alonso, E. M., & Bedolla, J. A. (2021). Point-load test assesment as study of adobe buildings damaged after the 2017 Puebla Earthquake. In P. Roca, L. Pela, & C. Molins (Eds.), 12th

international conference on structural analysis of historical constructions (SAHC 2021) (pp. 769–780).

Int center numerical methods engineering.

13. Sharma, R., & Sharma, V. (2024). Thermal performance study of traditional slate roofed mud houses in the sub-tropical sub montane and low hills of Himachal Pradesh. *Visions for sustainability*, 21, 431–459. <https://doi.org/10.13135/2384-8677/8940>.
14. Shittu, T. A. (2024). The Changing Roles of the Building Guild in Construction, Maintenance, and Conservation of Earth Buildings: A Case Study. *Buildings*, 14(11), 3523. <https://doi.org/10.3390/buildings14113523>.
15. Torres Gilles, C., & Jorquera Silva, N. (2018). Seismics retrofitting technics for structural recovery of Chilean architectural heritage built with adobe. *Informes de la construcción*, 70(550). <https://doi.org/10.3989/ic.16.128>.

#### **DATOS DE LOS AUTORES.**

**1. María Emilia Robles-Aranda.** Maestría en Arquitectura con énfasis en diseño arquitectónico. Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). Pasante. México. Correo Electrónico: [mariaemilia.ra@gmail.com](mailto:mariaemilia.ra@gmail.com)

**2. Yolanda Guadalupe Aranda-Jiménez.** Doctorado en Arquitectura con énfasis en vivienda. Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). Profesor Universitario. México. Correo Electrónico: [yaranda@docentes.uat.edu.mx](mailto:yaranda@docentes.uat.edu.mx)

**3. Carlos Zúñiga-Leal.** Maestría en Administración de la construcción. Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). Profesor Universitario. México. Correo Electrónico: [czuniga@docentes.uat.edu.mx](mailto:czuniga@docentes.uat.edu.mx)

**4 Miguel Reyna-Castillo.** Doctor en Gestión Estratégica de Negocios. Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). Profesor Universitario. México. Correo Electrónico: [mreyna@docentes.uat.edu.mx](mailto:mreyna@docentes.uat.edu.mx)

(Autor de correspondencia).

**RECIBIDO:** 1 de noviembre del 2025.

**APROBADO:** 3 de diciembre del 2025.