



En Breve

Revista
CyN **Ciencia**
y Naturaleza

La tierra: un material de construcción con las tres B

Jenifer Alejandra Triano Juárez
Norma Alejandra Rodríguez Muñoz
Luis David Patiño López

1129



La tierra: un material de construcción con las tres B



Cómo citar este artículo: Triano-Juárez JA, Rodríguez-Muñoz NA, Patiño-López LD. 2024. La tierra: un material de construcción con las tres B. Revista Ciencia y Naturaleza. (1129)





Un material histórico que prevalece y se reinventa

L

a tierra guarda un profundo significado simbólico como uno de los materiales principales y más antiguos utilizados en las construcciones **vernáculos** (ver cuadro de concepto) en muchas culturas. La arquitectura de tierra es el resultado de un cúmulo de conocimientos adquiridos a través de la experiencia durante la búsqueda de los detalles del proceso constructivo más adecuados en términos estructurales y de habitabilidad [1].

La mejor tecnología no es la más elaborada, sino la más eficiente.



Su uso disminuyó con la utilización de materiales como los bloques de hormigón, el ladrillo cocido y el concreto. Sin embargo, en las últimas décadas un número creciente de investigaciones se han enfocado en mejorar y ampliar las técnicas de construcción con tierra como se observa en la Figura 1, donde se puede notar que en algunas técnicas la tierra se mezcla con fibras vegetales. Su incorporación contribuye a evitar la formación de grietas causadas por contracción durante el secado del material a base de tierra, así como para aumentar la elasticidad y la resistencia a la tracción. También ayuda a que el material sea más ligero y ofrezca una mayor resistencia al paso de calor [2].

Aunque la combinación de tierra con fibras es una práctica muy antigua, en la actualidad se investigan variedades, diferentes proporciones y características con el fin de encontrar la mezcla que mejore sus cualidades. Y, ¿cuáles son estas cualidades? A continuación, te contamos.



Santa Fe, Nuevo México



Bluff, Utah



Tarma, Junín



Bryn Mawr, Pensilvania



Figura 1: Construcción con tierra en diferentes lugares del mundo.

Bueno: material sustentable con potencial para regular la temperatura y humedad.

Bonito: material con apariencia natural y moderna

Barato: material disponible, accesible y de producción local.

Un material con múltiples cualidades



Las edificaciones de tierra han demostrado ser capaces de regular la temperatura y la humedad del ambiente interior lo cual influye favorablemente al confort térmico de dicho espacio [3]. Su mecanismo de acción depende de la composición del sistema constructivo en particular y sus condiciones de exposición. En algunos casos su respuesta consiste en almacenar el calor durante las horas de sol para posteriormente liberarlo en la noche, característica conocida como masa térmica (Figura 2, arriba). Esta respuesta es beneficiosa principalmente en regiones climáticas donde el día es caluroso y la noche es fría.



En cambio, cuando el material de tierra tiene un gran contenido de fibra vegetal puede actuar como una barrera aislante que bloquea la entrada de calor, lo cual es conveniente en regiones con condiciones calurosas tanto en el día como en la noche (Figura 2, abajo). En cuanto a su mecanismo de acción ante la humedad, puede actuar como una barrera que impide o reduce su paso o, caso contrario, puede adsorberla cuando el ambiente circundante está muy húmedo para después liberarla cuando el ambiente se encuentre más seco, capacidad conocida como **higroscopía** (ver cuadro de conceptos).

La construcción con tierra se considera sustentable porque se trata de un material de origen natural, de acción pasiva y de baja energía incorporada. La tierra se encuentra disponible localmente y los requerimientos de agua y energía para su elaboración, aplicación y

mantenimiento son menores comparados con los materiales industrializados.

La mayoría de sus técnicas de construcción son artesanales y promueve la economía circular puesto que al final de su vida útil puede reutilizarse con mayor facilidad y los residuos son mínimos. Además, favorece la calidad del aire al estar libre de componentes tóxicos.

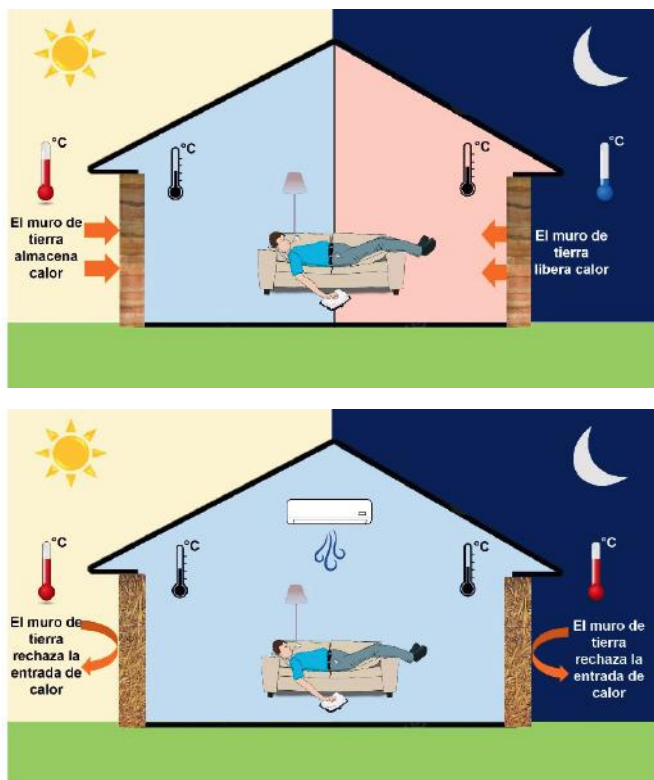


Figura 2: Mecanismo de acción de la masa térmica (arriba) y del aislamiento térmico (abajo) en un edificio.



¿Será necesario caracterizarlo?

Para identificar el mecanismo de acción y estimar el comportamiento del material ante los estímulos de temperatura y humedad es necesario conocer los valores de sus propiedades térmicas e higroscópicas. Si bien en la literatura se encuentran reportadas las propiedades de algunos materiales a base de tierra, el uso de esa información para entender su comportamiento no es completamente adecuado debido a que, cada material tiene sus particularidades en cuanto a su composición (porcentaje de arena, limo y arcilla), minerales presentes en la arcilla, uso de agregados y técnica de construcción. Por lo que, para conocer y analizar de forma más confiable un material a base de tierra, es recomendable medir sus propiedades, es decir, caracterizarlo.

Caso de estudio: material de los muros de la casa vernácula maya



La casa vernácula maya –con una evidencia de hace 3000 años, y cuyo uso persiste hasta nuestros días, es descrita como una estructura perfecta y compleja resultante de un desarrollo gradual a lo largo de los siglos. Uno de los principales materiales utilizados para la construcción de los muros de la casa maya es la tierra, mediante una técnica conocida como bajareque o bahareque que consiste en un armazón de madera relleno con una mezcla húmeda compuesta de kankab (del vocablo maya k'áankab: suelo de tierra roja amarillenta) y paja [1]. Aunque en las regiones donde se han construido este tipo de viviendas, las condiciones climáticas presentan valores altos de temperatura y humedad, los testimonios de los habitantes coinciden en que el ambiente interior es agradable todo el día.



Si bien existen otros aspectos del diseño y materiales involucrados, se considera que la mezcla kankab-paja de sus muros influye en las condiciones de habitabilidad que se le atribuyen. Sin embargo, aún hace falta estudiar este sistema constructivo a profundidad, ya que no se conoce por completo su potencial para regular la temperatura y humedad. ¿Crees que es interesante y conveniente la caracterización de esta mezcla utilizada en los muros de la casa vernácula maya? ¿Por qué?



Figura 3: Casa vernácula maya.

¿Cómo se está caracterizando este material?



A través de una investigación realizada en el Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. (CICY), se recolectaron muestras de suelo de diferentes regiones del estado de Yucatán (Figura 4) donde los muros de la casa vernácula maya han sido construidos con la mezcla *kankab-paja*. El punto de inicio es conocer, de acuerdo al tamaño de los granos, la proporción de arena, limo y arcilla mediante un análisis granulométrico.



Figura 4: Muestras de kankab recolectadas en Yucatán.



Cada técnica de construcción con tierra tiene sus propios requerimientos de contenido de arena, limo y arcilla. No obstante, para cualquiera de ellas el contenido de arcilla es indispensable debido a sus propiedades aglutinantes.

De ahí que, otra característica propuesta a analizar, son los minerales presentes en la arcilla. La importancia de identificar los minerales arcillosos se basa en la gran afinidad que presentan por las moléculas de agua.



La intensidad de esta afinidad varía entre un grupo y otro e influye en la respuesta de contracción-hinchamiento del material. Por ejemplo, aunque la caolinita (un grupo de mineral arcilloso) tiene una capacidad de adsorción menor que la montmorillonita (otro grupo de mineral arcilloso), su respuesta de contracción-hinchamiento es más baja. Idealmente, para su uso constructivo, los materiales deben conservar su estabilidad dimensional.

Dentro de las propiedades térmicas que son necesarias estudiar se encuentran la conductividad térmica y el calor específico. La primera propiedad nos ayuda a conocer la capacidad del material para permitir con mayor o menor facilidad el paso de calor y la segunda su capacidad para almacenarlo. En cuanto a las propiedades higroscópicas se propuso medir la permeabilidad al vapor de agua.



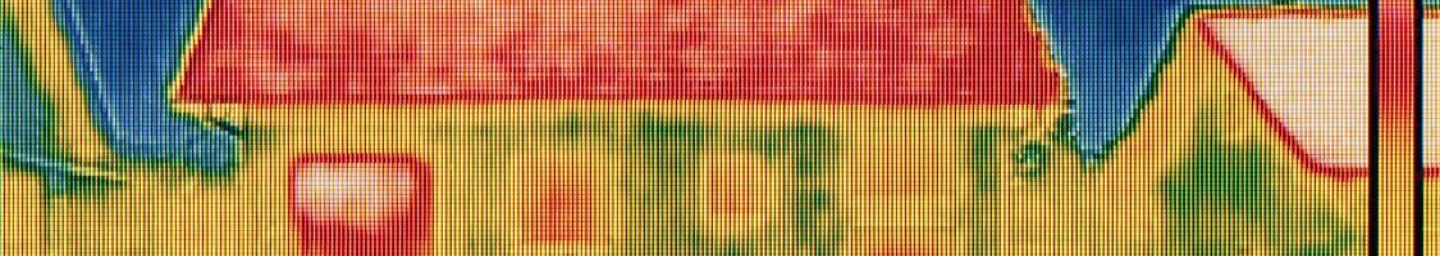
Esta propiedad se refiere a la capacidad del material para permitir el paso de vapor de agua por lo que ayuda a identificar la facilidad para el intercambio de humedad entre el material y su entorno. Otra propiedad higroscópica a estudiar son las isothermas de sorción, las cuales indican la capacidad del material para almacenar y liberar humedad de acuerdo a la humedad en el ambiente que lo rodea por lo que también contribuye a identificar la presencia de histéresis.



De manera similar, el valor de amortiguamiento de la humedad permite conocer la capacidad del material para adsorber y liberar humedad, pero de forma más dinámica puesto que en esta propiedad se estudia la respuesta del material a variaciones alternadas de alta y baja humedad en un ciclo total de 24 h.

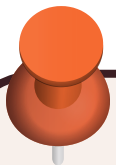
Si bien, la medición de las propiedades mencionadas anteriormente proporciona información que ayuda a identificar y visualizar las capacidades térmicas e higroscópicas del material, esta información es obtenida en estado estacionario o estableciendo alguna de las dos variables (temperatura o humedad relativa) como valor constante. Sin embargo, el transporte de calor y humedad son fenómenos inseparables, cuyas variaciones ocurren simultáneamente e influyen entre sí.





Es notable entonces la importancia de tratarlos de forma colectiva para conocer la respuesta más representativa y confiable del material. Por lo que se ha propuesto la construcción de un arreglo experimental donde el material se encuentre expuesto a las variaciones simultáneas de temperatura y humedad del ambiente exterior y permita analizar la respuesta a estas interacciones. De confirmarse los beneficios que se le atribuyen en la cultura popular, este material podría perfilarse como una alternativa de construcción sustentable para la península de Yucatán. Adicionalmente, el material brindaría efectos positivos en las condiciones de confort que a su vez contribuyen a reducir el consumo energético por parte de los equipos de ventilación o acondicionamiento de aire.

Los resultados ayudarán a resaltar su importancia y ventajas con respecto a la construcción convencional, ser un punto de inicio para futuras investigaciones encaminadas a mejorar su desempeño o sus cualidades que lleven a promover la conservación de su uso en la arquitectura vernácula y su adaptación en la arquitectura moderna. 🍀



Conceptos



Vernácula: Propia del lugar, región o país de que se trata. En arquitectura hace referencia a un sistema constructivo característico de un lugar o cultura, cuyo diseño y construcción es resultado de un proceso de transmisión de conocimientos generacional a partir de la observación y conocimiento que tienen del lugar sus habitantes.

Higroscopía: Es la propiedad que nos indica la capacidad que tiene un material para intercambiar humedad con el ambiente que lo rodea. Los materiales higroscópicos son capaces de regular los niveles de humedad interior lo cual a su vez mejora el confort térmico.





Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo económico que se está brindando para la realización del proyecto de investigación mencionado (número de CVU: 860376). El equipo agradece a Ame Hidalgo por proporcionar el material para el estudio y apoyar en la preparación de muestras



Para Consulta



Sanchez A, García A. 2014. La casa de los mayas de la península de Yucatán: Historias de la maya naj. Plaza y Valdés.



Schroeder H. 2016. Sustainable Building with Earth 1ra ed. Springer International Publishing. [\[Link\]](#).



Carrobé A, Rincón L, Martorell I. 2021. Thermal monitoring and simulation of earthen buildings. A review. Energies 14. [\[Link\]](#).

Crédito de imágenes en orden de aparición: Edgar Machado (Getty Images, GI), Canva Magic Media, mofles (GI), Eko Razaki Wirman (Sketchify Indonesia), sndr (GI), commons.wikimedia.org [\[Link\]](#), pixinoo (GI), Kacv (GI), jucarran (GI), rweisswald (GI), Vectorium, Claire Donofrio (GI), Изображения пользователя KrimKate, RHJ (GI), GeloKorol (GI), Sulijo (GI), OllyKo, olimpstudio, sueuy (GI), the8monkeyportfolio, Spacepixel creative, No Glory´s Images, Vectortradition, simeone (Frida little´s Images). Crédito de figuras: Proporcionadas por los autores (Figura 2), Dominio público commons.wikimpedia.org Figura 1 [\[Link1\]](#) [\[Link2\]](#) [\[Link3\]](#) [\[Link4\]](#) y Figura 3 [\[Link5\]](#).

Dr. David A. Paz García
Editor en Jefe

Diseño: Isis G. Tovar De La Cruz



Jenifer Alejandra Triano Juárez

CONAHCYT–Centro de Investigación Científica de Yucatán. Unidad de Energía Renovable. Estudiante de Doctorado en la Unidad de Energía Renovable del Centro de Investigación Científica de Yucatán. Su trabajo de investigación ha estado relacionado con el análisis del comportamiento higrótérmico en las edificaciones orientado a la eficiencia y suficiencia energética.

contacto: jatj7712@gmail.com



Norma Alejandra Rodríguez Muñoz

CONAHCYT–Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C. Investigadora en temas relacionados al ahorro de energía y emisiones asociadas a la incorporación de materiales, recubrimientos y sistemas de aire acondicionado en edificaciones. Ha desarrollado proyectos sobre normativa, electricidad, energía renovable y sobre la contribución hacia los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

contacto: norma.rodriguez@cimav.edu.mx



Luis David Patiño López

CONAHCYT–Centro de Investigación Científica de Yucatán. Unidad de Energía Renovable. Investigador por México en la Unidad de Energía Renovable de CICY. Sus líneas de investigación son: Integración de Sistemas Energéticos Renovables; Diseño, Simulación y Construcción de Sistemas Híbridos Térmicos; Confiabilidad de Sistemas, Metrologías Térmicas y, Caracterización y Simulación de Procesos Térmico-Energéticos Multiescala.

contacto: luis.patino@cicy.mx

