

---

Los cerramientos en tierra frente a los materiales convencionales como alternativa de  
construcción sostenible

Keila Stefany Cárdenas Mercado

Karin Karenina Recalde López

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR  
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura  
Programa de Arquitectura  
Sincelejo  
2019

---

Los cerramientos en tierra frente a los materiales convencionales como alternativa de  
construcción sostenible

Keila Stefany Cárdenas Mercado

Karin Karenina Recalde López

Trabajo de grado - Revisión de tema presentado como requisito para optar al título de  
Arquitecto

Directora

María Cristina Albis Romero

Arquitecta, especialista en Gerencia y Control de la Construcción

Corporación Universitaria del Caribe – CECAR

Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura

Programa de Arquitectura

Sincelejo

2019

**Nota de Aceptación**

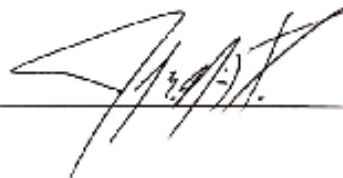
3,82



Director



Evaluador 1



Evaluador 2

Sinclejo, Sucre, 25 de octubre de 2019

---

## Tabla de Contenido

Resumen.....	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
1. Materiales y métodos.....	8
2. Resultados.....	9
3. Conclusiones.....	21
Referencias Bibliográficas.....	23

## Resumen

El uso de materiales de construcción que permitan un menor gasto energético en las edificaciones se convierte en el fundamento de este artículo de revisión de tema, explorando acerca de la idoneidad de construir con materiales naturales como la tierra frente a los materiales convencionales. De esta forma buscamos un planteamiento que permita verificar su uso en construcciones más sostenibles. Para llevar a cabo este artículo fue necesaria la búsqueda en distintas bases de datos de documentos con información suficiente y una clasificación de la misma que nos permitiera una orientación precisa sobre estudios ya realizados.

De esta manera, se inicia reconociendo la problemática actual del sector construcción, en lo referente a la contaminación que este produce, resaltando el grado de eficiencia energética producido por los tipos de materiales que son utilizados en el cerramiento de un edificio, nombrando los materiales más utilizados actualmente y correlacionándolos entre sí, mirando su idoneidad en la utilización como material de construcción.

En busca de soluciones de carácter sostenible encontramos que la tierra, es un material de bajo impacto de contaminación y que se hace conveniente para la implementación en la construcción actual, pero que presenta múltiples desventajas al emplearlo por sí solo, ante lo cual se deberían repensar soluciones que permitan y garanticen que el uso de este material es seguro y pertinente.

*Palabras clave:* construcción sostenible, arquitectura en tierra, eficiencia energética, cerramiento en tierra.

### **Abstract**

The use of construction materials that allow a lower energy expenditure in buildings becomes the basis of this article review topic, exploring about the suitability of building with natural materials such as land compared to conventional materials. In this way we seek an approach that allows verifying its use in more sustainable constructions. In order to carry out this article, it was necessary to search in different document databases with sufficient information and a classification of the same that would allow us a precise orientation on studies already carried out.

In this way, it begins by recognizing the current problem of the construction sector, in relation to the pollution that it produces, highlighting the degree of energy efficiency produced by the types of materials that are used in the closing of a building, naming the materials more currently used and correlating them with each other, looking at their suitability in the use as construction material.

In search of sustainable solutions, we find that the earth is a material with a low impact of pollution and that is convenient for the implementation in the current construction, but that presents multiple disadvantages when used alone, before which they should rethink solutions that allow and guarantee that the use of this material is safe and relevant.

*Keywords:* sustainable construction, architecture on land, energy efficiency, enclosure on land.

## Introducción

El sector construcción es uno de los mayores generadores de desarrollo económico en la sociedad y a su vez es uno de los principales responsables de la problemática ambiental causados por la contaminación que aquejan al planeta en la actualidad, este sector “fue responsable del 19% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) en 2010 y uno de los subsectores de mayor consumo de energía que representan alrededor del 32% del uso de energía final global”(Serrano, De Gracia, & Cabeza, 2016, p.1). Dicha contaminación se evidencia en gran medida en las fases de producción de los materiales utilizados para los distintos tipos de construcciones y en la poca eficiencia energética de estos en las edificaciones, ejemplo claro de esto es la producción de cemento “la cual se encuentra entre las mayores fuentes de emisiones antropogénicas de GEI, aproximadamente el 5% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>” (Worrell, Price, Martin, Hendriks y Meida, 2001. Como se citó en Gessa y Sancha, 2016). Esto ocasiona que en las fases de operación y mantenimiento de las mismas, se tenga que recurrir a un mayor consumo energético generando consigo las altas emisiones de gases contaminantes a la atmosfera, como es el caso de “La calefacción y refrigeración de espacios que representan el 34% y el 40% del consumo de energía en edificios residenciales y comerciales, respectivamente” (Serrano et al. 2016, p. 1).

Por tal motivo, este artículo se centra en hacer una revisión documental desde el punto de vista de diversos autores sobre materiales que permitan un desarrollo sostenible, logrando identificar que el uso de la tierra como material de construcción es idóneo en términos de sostenibilidad por las múltiples ventajas que presenta, pero que se debe considerar su integración con otro tipo de materiales que ayuden a darle mayores propiedades o en su defecto combinarla con mejores técnicas constructivas de manera que su uso se pueda expandir.

## 1. Materiales y métodos

Para la construcción del siguiente artículo de tipo documental con un carácter teórico descriptivo, se realizó una inspección bibliográfica de la temática con mayor relevancia en artículos de revistas, libros y otros documentos de interés consultados en las bases de datos Science Direct, Proquest y Scopus, capaces de responder a los criterios de la investigación divididos por categorías como los estudios relacionados y afines a construcción sostenible, eficiencia energética y cerramientos en una edificación, esto con el propósito de generar una clasificación de la información de mayor relevancia que ayude a establecer la correcta orientación del tema y conceptos más utilizados buscados en fuentes confiables.

De esta manera, se seleccionaron artículos científicos referidos a los temas mencionados anteriormente, de los cuales se hizo una ficha de lectura para cada uno, donde se identificaron los aspectos más importantes como los objetivos de investigación, hallazgos, metodologías y resultados. Aplicando un límite temporal en la búsqueda de los artículos científicos, entre lo comprendido desde el año 2007 hasta el año 2018.

Posteriormente, se hizo una correlación entre cada una de las categorías de análisis con la finalidad de realizar un comparativo sobre las ventajas, desventajas y propiedades tanto de la tierra como material de construcción y los tipos de materiales convencionales utilizados en la actualidad. Así mismo, se presentan las técnicas utilizadas con el uso de la tierra como material de construcción en el panorama internacional y parte de información histórica, con el objetivo de verificar si la tierra cumple como solución alternativa de construcción sustentable dentro de los contextos urbanos actuales.



## 2. Resultados

El cambio climático generado en gran medida por las altas emisiones de gases contaminantes a la atmosfera se ha vuelto un tema que causa gran preocupación en la actualidad. En este sentido se considera al sector construcción como uno de los que más contamina y este ha aumentado gradualmente en los últimos años debido al crecimiento de la población y al aumento del gasto energético utilizado en la producción de materiales como lo menciona Serrano et al. (2016):

El sector construcción fue responsable del 19% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) en 2010 y uno de los subsectores de mayor consumo de energía que representan alrededor del 32% del uso de energía final global. La calefacción y refrigeración de espacios representan el 34% y el 40% del consumo de energía en edificios residenciales y comerciales, respectivamente (p. 1).

De esta manera tenemos que, los materiales convencionales de construcción son quienes representan en todas las fases de su ciclo de vida los más altos niveles de gasto energético de un edificio, empezando por la fase de extracción, que se lleva a cabo en la separación de rocas y minerales a través de la minería a cielo abierto, luego la fase de producción o fabricación de materiales, como por ejemplo el cemento, el cual se encuentra entre las mayores fuentes de emisiones antropogénicas de GEI<sup>1</sup>, aproximadamente el 5% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> (Worrell, Price, Martin, Hendriks y Meida, 2001. Como se citó en Gessa y Sancha, 2016) (p.3). En esta misma línea de contaminación entra el Clinker a lo que Gessa & Sancha (2016) refieren:

La producción de clínker (producto intermedio obtenido en el proceso de fabricación del cemento) es la responsable del total de las emisiones directas de CO<sub>2</sub> en esta industria. Aproximadamente el 60% de estas emisiones se deben a las reacciones químicas que sufren las materias primas en el horno, y el 40% restante

---

<sup>1</sup> GEI: Gases de Efecto Invernadero

son debidas a la combustión. El resto de las emisiones de dicho GEI (6-10%) proviene del consumo energético (tanto térmico como eléctrico) de las diferentes fases del proceso, que comprende desde la extracción de la materia prima hasta la expedición de los productos fabricados (p.2).

Por consiguiente, la fase de residuos donde ya estos materiales cumplieron con su vida útil, provienen en la mayoría de los casos de edificios demolidos en el mundo, se estima que la producción de residuos varia aproximadamente en 130 y 3700 kg/hab.año (Punhagui, 2014) (p.31) o de materiales rechazados en las obras y que contaminan esencialmente por sus efectos nocivos para la salud.

El cerramiento o la envolvente del edificio juegan un papel crucial en el impacto ambiental producto del consumo energético, entendiendo por cerramiento “aquello que protege algo interior, a la manera de una envoltura; al hablar de cerramiento a su capacidad de contener y temperar. Teniendo la capacidad de controlar los diferentes flujos que pueden existir a través de ellos” (Vásquez, 2012) (p.6), del mismo modo se deben tener en cuenta aspectos que son concebidos en la fase de construcción que determina la energía que consumirá y la contaminación que el edificio emitirá al medio ambiente, al respecto de esto, diversos autores como Villar, Jiménez, Larrumbide, y Tenorio (2014) afirman que en la fase de construcción “mediante una selección cuidadosa de materiales de bajo impacto ambiental, las emisiones de CO<sub>2</sub> pueden reducirse hasta en un 30%” (p. 2).

Hablando de cifras concretas en un edificio estándar, hasta el 90% del impacto ambiental del edificio ocurre en la etapa operativa (uso o vida útil del edificio) y principalmente debido a los procedimientos de calefacción y enfriamiento. (Farahzadi, Urbano, Riyahi, Azemati y Bagher, 2016) (p. 183). Estos procedimientos que pueden verse disminuidos si el edificio contara con materiales de baja transferencia de calor, e inercia térmica, ya que se requeriría de menos calefacción y enfriamiento lo cual se traduce en una disminución del consumo de energía.

Al respecto de esto, los autores antes mencionados en un estudio realizado a los materiales de construcción alternativos en muros exteriores coinciden en considerar que la selección de materiales óptimos de construcción que aporten más beneficios al medio ambiente, son capaces de reducir la transferencia de calor al exterior y ayuda a minimizar el calentamiento global como por ejemplo “El uso de bloques de arcilla en lugar de ladrillos reduce la transferencia de calor al exterior en el invierno y reduce la disipación de energía” (p. 183).

Es por todo lo citado anteriormente, que los criterios de selección del material utilizado es una de las razones más validas que ayudan a minimizar los altos impactos de gastos energéticos, si se hace una comparación entre los materiales convencionales como el acero, el aluminio y el cemento, se tiene que estos, generalmente producen más emisiones al necesitar más energía en su proceso de fabricación que los materiales naturales como la piedra, la madera o la tierra. Por otro lado, los materiales convencionales son fabricados en puntos específicos y el empleo de estos en la construcción de edificios demanda de grandes recorridos en su transporte al sitio, lo cual contribuye a la contaminación producida por este sector; por su parte el empleo de materiales naturales generalmente locales, no requieren largos trayectos de transporte lo cual disminuye la emisión de contaminantes.

Es así que, las emisiones producidas por este sector son causadas en gran medida por la tipicidad de materiales utilizados en su proceso de construcción, hablamos específicamente de materiales convencionales como el cemento, hormigón, aluminio, PVC. Etc., que contaminan en todas las etapas de su producción, desde su extracción hasta su fase final donde son convertidos a residuos. Respecto a estos diversos estudios realizados, que precisan el impacto generado por cada metro cuadrado construido con materiales convencionales generan 0,5 toneladas de dióxido de carbono y un consumo energético de 1600 K/Wh (Aranda, Scarpellini, Zabalza y Díaz. 2014) (p.2) notando el incremento tanto en producción de energía consumida como en los costos energéticos de la edificación en su vida útil.

Ahora, con la finalidad de dar solución a la problemática de contaminación del sector construcción descrita anteriormente; surge la necesidad de buscar alternativas que permitan minimizar el excesivo consumo energético y la emisión de los múltiples gases contaminantes que produce el sector construcción. Por esta razón, en el informe de Brundtlan, en 1987, emitido por parte de la Organización de las Naciones Unidas, introduce de manera radical el concepto de desarrollo sostenible que expone “el desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Díaz, 2013) (p.14). En consecuencia de esto, trabajar bajo el concepto de desarrollo sostenible permite una producción consciente con el medio.

Al respecto, tenemos que, el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> son los dos indicadores de sostenibilidad más considerados en la industria de la construcción y a los que de manera general, se muestran mayormente apuntados a solucionar en menor tiempo (Samani, Mendes, Leal, Guedes y Correia. 2015) (p.2). Y que permite buscar estrategias que ayuden a mitigar el impacto ambiental. De igual forma y siguiendo esta línea, una de las conclusiones a las que llegan los autores Bautista y Loaiza (2018) en un estudio realizado a los impactos de la construcción sostenible; ellos consideran “la aplicación de criterios de construcción sostenible de los edificios se hace imprescindible para el respeto del medio ambiente y el desarrollo de sociedades actuales y futuras” (p.8). Así el concepto de desarrollo sostenible es sin duda, aquel componente que integra y vincula el desarrollo social y económico con los manejos más inmediatos y preocupantes del medio ambiente.

Por otro lado, Gómez en estudios realizados sobre los conceptos básicos y criterios de evaluación del desarrollo sostenible, expone interpretaciones incorrectas de este concepto, como las del autor López citado en Gómez, (2012) (p.92), quien afirma que el hecho de que recursos naturales como el agua o el suelo sean limitados se puede ver solucionado con el empleo la tecnología sin importar que no se reduzcan los desechos de estos o que se aumenten sus niveles de reúso. Y es precisamente el uso de la tecnología en la producción de materiales lo que connota el cambio en el uso único de la tierra como material de construcción, a esto le sumamos la marcada

revolución industrial en el siglo XVII, bajo el aumento y aceleración en los consumos de energía y agotamiento de algunos recursos más la utilización de otros nuevos materiales.

A partir del planteamiento de los objetivos de desarrollo sostenible, se hace notable la introducción de otros nuevos conceptos que intentan darle solución a cada uno de ellos, en este caso se habla de Construcción Sostenible que según el programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Citada por Plúa, (2012) define como:

Una manera de la industria de la construcción de actuar hacia el logro del desarrollo sostenible, tomando en cuenta aspectos medios ambientales, socioeconómicos y culturales. Especialmente, implica cuestiones tales como diseño y administración de edificaciones, construcción y rendimiento de materiales y uso de recursos-todos, dentro de la órbita más implícita del desarrollo y la gestión urbana. (p.1).

De esta manera, Plúa en una investigación sobre análisis económico en proyectos de construcción sostenible, habla entorno a lo que puede abarcar la construcción sostenible y es que, para él no son solo los edificios sino también el entorno, nombrando así que las responsabilidades deben ejercerlas las grandes industrias priorizando el uso de materiales naturales. Por lo que menciona que “es un error atribuir exclusivamente a la industria y al transporte el origen principal de la contaminación, el entorno construido, donde pasamos más del 90% de nuestra vida, es en gran medida culpable de dicha contaminación” (p.2) y así mismo hace responsable al entorno construido por el consumo del 60% de los recursos naturales.

Así los edificios construidos con materiales convencionales siguen siendo fuente directa de contaminación por el consumo de energía para su funcionamiento y en esto recae el uso y fabricación de materiales de construcción convencionales como el cemento, acero, etc., en su posterior instalación y dependiendo del lugar donde este ubicados por el gasto energético que provocan en el uso desmedido de tecnologías para lograr conseguir un confort térmico interno.

Por otra parte, a pesar de los problemas ambientales que pueden ocasionar este tipo de materiales, su uso masivo se ve justificado por otras razones igualmente importantes para algunos autores como Perea (2012) quien expone:

Ante el desarrollo de nuevas técnicas de construcción, y la importancia de mejoras habitacionales, es necesario crear sistemas de edificación que cumplan con las exigencias constructivas y que permitan reducir el alto déficit habitacional existente en el país cumpliendo con los siguientes objetivos: reducir el tiempo de edificación de una obra, obtener el mejor rendimiento de los materiales, mano de obra y equipos, con una planificación, de la producción y montaje de los elementos (p. 12).

En concordancia con esto un gran número de autores como Rogianni como se citó en Perea, 2012, resaltan las ventajas de construir con materiales convencionales, ventajas como:

Amplia libertad para el diseño de construcción del proyecto, flexibilidad para la improvisación en relación a fenómenos presentados en el transcurso del cumplimiento de la etapa constructiva, utilización de planos no tan elaborados, adaptabilidad del diseño en relación del tipo de estructura a construir, edificación de grandes obras con equipos netamente necesarios, es decir, con pocas herramientas, lo cual involucra menor inversión en equipos (p. 3).

En consecuencia, de lo anterior, a lo largo de los años se ha hecho evidente un volcamiento hacia la construcción con este tipo de materiales satisfaciendo entre otras necesidades, la construcción de manera masiva en tiempos reducidos. Esta es una práctica que se sigue aplicando a nivel mundial y que requiere de soluciones alternativas que permitan cuidar más el medio y no ayuden a incrementar el creciente problema de contaminación. Razón por la cual, a nivel mundial se están empleando medidas que ayuden al mejoramiento y preservación del medio en este caso en la utilización de la tierra como material de construcción que le ha dado pertinencia al tema de solución sostenible como lo expone Garzón, (2017) donde plantea el reconocimiento del recurso

desde la agricultura, hasta la arquitectura y construcción como parte de un pilar fundamental (pág. 113).

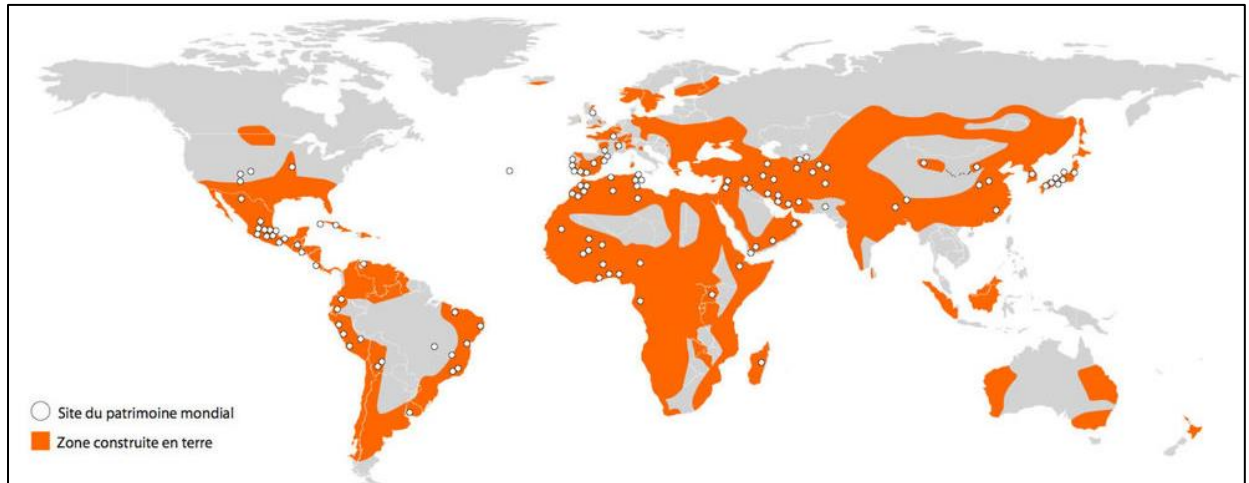
Los autores Sharma, Marwaha y Vinayak (2016) (p.142), consideran que el uso de la tierra como materia prima trae consigo algunas ventajas como la reducción del impacto financiero y ambiental puede llegar a reducirse significativamente y así, también el uso de mano de obra no calificada, dándole mayor prioridad a los asuntos sociales como ambientales. Por lo que el uso de la tierra elimina la necesidad de transporte costoso, de igual forma existe la posibilidad de emplear el material sin consumo energético contaminante porque se utilizan fuentes de energías limpias.

La tierra como material de construcción para cerramientos de una edificación es esencialmente natural y es una opción que genera un impacto positivo al medio ambiente por sus propiedades térmicas y físicas, además de ser asequible y de bajo costo es el pilar de muchas comunidades puesto que es la razón de ser de su cultura y contribuye por sus valores estéticos a un diseño arquitectónico que manifiesta singularidad y una dinámica espacial excepcional.

En la actualidad el empleo de la tierra como material de construcción se ha vuelto más popular debido a las ventajas que aporta como los bajos costos de construcción, la reducción de energía incorporada y la reciclabilidad de los materiales. Sin embargo, esta se ha utilizado desde hace mucho tiempo atrás, en este sentido Guerrero y Daneels (2018), afirman en el estudio de *Arquitectura en Tierra en América Latina* que los adobes más antiguos reportados en Viejo Mundo son del Medio Oriente. Los modelados a mano se remontan a 9000 años a.C. y los hechos de molde a 7000 a.C. Mientras, en el Nuevo Mundo, en la zona andina el uso de bloques de tierra recortados de la capa orgánica del suelo (conocidos como tepes) se ha fechado para el 4000 a.C. y los adobes modelados en el 3400 a.C. (p.39).

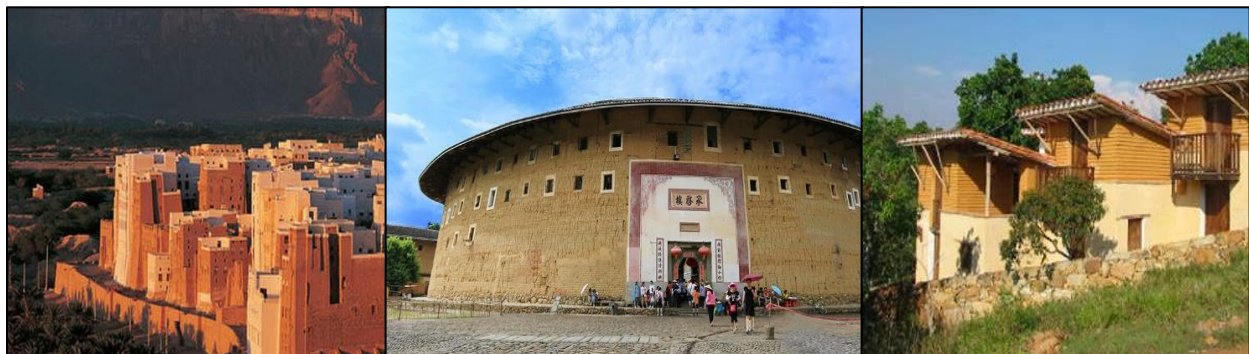
Es precisamente la antigüedad del empleo de la tierra como material de construcción sumado su abundancia y fácil consecución lo que ha favorecido que en la actualidad “se estima que cerca de un tercio de la población mundial vive en casas hechas de suelos naturales como la

mampostería de bloques de tierra (adobe), mazorca y tierra apisonada” (Kianfar, y Toufigh, 2016) (p. 1) así como lo ilustra la figura 1.



*Figura 1.* Construcciones de tierra en el mundo. Fuente: CRAterre (2006)

Ahora bien, aunque el uso de la tierra como material de construcción se ha dado de manera masiva en una gran cantidad de países. Donde las técnicas constructivas y el empleo de otros materiales que las refuercen depende del lugar en el que se desarrollen y de su clima, por ejemplo, en África y Medio Oriente abundan las construcciones en técnicas como el adobe empleado especialmente en las viviendas, en Europa y Asia son numerosas las construcciones en tapia pisada tanto en viviendas como en templos y en América Latina destacan la tapia, el adobe y el bahareque.



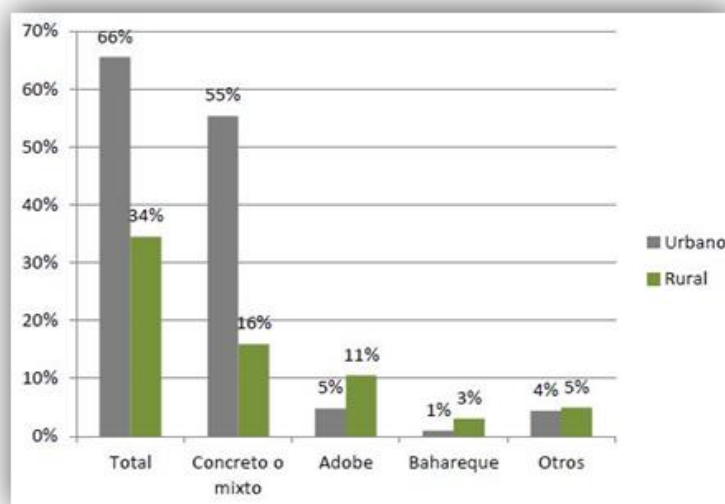
*Figura 2.* Distintos tipos de construcciones en tierra en Yemen, China y Colombia. Fuente: Unesco (2015), Revista Instituto Confucio (2017) y Jesús Moreno (2009).



Por otro lado, a pesar de tener múltiples ventajas y propiedades que resultan sostenibles la construcción y utilización de la tierra presentan deficiencias que ponen en duda su utilización a nivel mundial en lo que algunos investigadores como Kianfar y Toufigh (2016) (p.886); Arooz y Halwatura (2018) (p.3), coinciden en que este material es susceptible a problemas de erosión, degradación física y grietas y por lo tanto, el desarrollo de nuevos materiales de construcción a nivel mundial han dado el uso de la tierra en total abandono donde se llegaron a utilizar comúnmente.

Si bien, el uso de la tierra como material de construcción es beneficio principalmente en la disminución del gasto energético es de gran importancia tener claridad sobre las desventajas que pueda acarrear su uso frente a los materiales convencionales de construcción actuales. Cabe precisar, que actualmente se construye un concepto nuevo sobre la utilización de la tierra como material de construcción y este se presenta en la aceptación del origen ancestral y así mismo la consideran por la experiencia en los tantos años de construir con este material y en las múltiples investigaciones donde buscan el mejoramiento de la calidad de vida de toda la sociedad bajo la realización de un entorno ecológico sustentable.

Así con el enfoque del ciclo de vida de los materiales los exponentes Ricardo Mejía y Brigitte Rojas en una de las evaluaciones de las técnicas de construcción con tierra para el mejoramiento del hábitat en el Salvador; hablan de las alternativas de alta sostenibilidad ecológicas más aun, en lugares donde abunda la tierra, de este modo “los estudios científicos demuestran que la construcción en base a materiales locales constituye un impacto ecológico menos para el medio ambiente que materiales modernos (Pittet et al 2010)” (p. 21) (*Ver gráfico 1*) y es como por medio de la empresa *Misereor* se reconocen los proyectos de construcción bajo capacitaciones para la autoconstrucción de viviendas en adobe.



*Gráfico 1.* Viviendas por regiones y materiales de construcción, Salvador. Fuente: B. Marti con informaciones del censo oficial (2007). Citado en Mejía, Rojas, (2012. p.20).

A pesar de que, la construcción con tierra por medio de la utilización de técnicas como el adobe y tapia pisada, que aportan grandes ventajas bioclimáticas y generan una contaminación básicamente mínima en comparación con los materiales de construcción convencionales como los bloques de cemento o ladrillos cocidos, se demuestra en el *grafico 1* que son de preferencia el uso de materiales convencionales en el sector urbano.

En referencia a lo anterior, Rivero (2007) refiere que “Los materiales locales, las técnicas de bahareque, tapia pisada y adobe entraron en desuso no porque desde la ciencia o la academia se demostrara su ineficiencia, sino porque al no estar enmarcadas dentro del sistema fueron asociadas con la pobreza y el atraso” (p. 354). Esta es la principal razón del desuso de la tierra como material principal mas no por ser ineficiente, un caso especial en Colombia son las construcciones conocidas en Barichara que han perdurado en el tiempo y que actualmente se siguen construyendo.

Por otro lado, el uso de la tierra en la construcción actual se ha visto truncado por temas de normatividad, como lo afirma Zuleta, (2011) quien expone que “no ha sido posible que la normativa la considere como un recurso sostenible, lo cual dificulta de manera importante la consecución de las licencias de construcción para proyectos urbanísticos donde el material predominante sea la tierra” (p. 5). Existiendo motivos externos al desconocimiento de la utilización de la tierra.

Finalmente, ante el notorio y creciente problema de contaminación que nos aqueja en la actualidad se hace evidente que las prioridades en el tema de la construcción han cambiado a lo largo de los años, dicho de otra manera, anteriormente el sector construcción tenía como principal énfasis construir de manera masiva para satisfacer las necesidades habitacionales que trae consigo el crecimiento poblacional, esto se hacía ignorando por completo la contaminación que genera la producción de los materiales convencionales hasta llegar a un punto de no retorno donde se necesita repensar la arquitectura de manera que se pueda satisfacer esta necesidad afectando mínimamente al medio ambiente.

De esta manera se contraponen estas dos visiones con autores que apoyan la construcción con materiales convencionales y los que la rechazan, los primeros como Perea, (2012) (pp. 14,15) y Rogianni, (2010) consideran que prima la necesidad de concebir construcciones que sean seguras y garanticen un correcto comportamiento sismo resistente, además de que sean duraderas en el tiempo y satisfagan las necesidades del constante crecimiento habitacional actual; y por otro lado tenemos autores como Susunaga, (2014) (p.18), Mejia, y Rojas, (2012) (p.10) mucho más preocupados por el impacto ambiental de estos materiales, que considerando que el construir con materiales naturales como la tierra generan un aporte importante al medio ambiente y a la calidad de vida de las personas que habitan estas construcciones y que se encuentran muy por encima del ideal de cumplir con metas de construcción masiva.

Por otro lado, desde otro punto de vista mucho más central hay autores como Carrijo, y Alcocer, (2012) que refieren:

Para la construcción de viviendas en algunos casos se utilizan técnicas que se basan en criterios exclusivamente ambientales; sin embargo, todas las técnicas de construcción deben ser integrales, es decir, tanto el desempeño estructural como ambiental de la vivienda debe ser satisfactorio (p. 7).

Quienes permiten señalar que todo se debe a un equilibrio en la elección de los materiales de manera que se piense en el impacto ambiental y en garantizar las condiciones de seguridad y durabilidad de las construcciones.

### 3. Conclusiones

La preocupación por el cambio climático y sus consecuencias en las condiciones de vida es una realidad latente y este se presenta precisamente por las grandes emisiones de gases contaminantes al medio ambiente, debido a que los materiales de construcción más usados o convencionales traen consigo una larga cadena de contaminación. Además, por generar edificios que contaminan principalmente en su fase de uso ya que requieren grandes cantidades de energía para garantizar el confort interno en ellos, razón por la que es preciso repensar una arquitectura que sea capaz de respetar el medio ambiente, presentando alternativas constructivas sostenibles que vayan en concordancia con la demanda masiva de construcción y que estas a su vez, causen el menor impacto posible al medio ambiente de manera que puedan minimizarse la emisión de contaminantes; es por eso que, a nivel mundial se considera que el sector construcción mantiene mayor potencial para reducir estos impactos negativos que dañan el medio ambiente.

En aras de apuntar a lo anterior, el empleo de la tierra como material de construcción para cerramientos, ha presentado limitaciones en su uso siendo una de las alternativas pertinentes a la hora de pensar en una arquitectura que sea sostenible teniendo en cuenta su relación con el entorno, medio ambiente y principalmente por sus propiedades ecológicas como el bajo índice de emisiones de gases contaminantes, así como el bajo costo asociado a este tipo de construcciones. Pero que no se hace pertinente su uso por sí solo haciendo necesario incorporar materiales industrializados.

Es por esto que alrededor del 70% de los autores consultados coinciden en que las construcciones con el empleo de la tierra como material de cerramiento son, en la mayoría de los casos inseguras, lo cual trae consigo entre otras cosas que, a manera de cultura general se le tema a la implementación de éstas en las ciudades debido a que se consideran vulnerables ante amenazas sísmicas, sin mencionar que se consideran propias de zonas rurales como lo demuestra el estudio en base a materiales locales por regiones y desprovistas de estatus social frente a las construcciones

con materiales convencionales mixtos como el cemento y la tierra, el acero y el plástico, entre otros.

Así mismo, consideran que las construcciones en tierra presentan inconsistencias que las hacen menos requeridas como las patologías y el deterioro que presentan a largo plazo. Brindando respuestas por el resto de autores que demuestran en sus investigaciones la viabilidad de combinar la tierra con otro tipo de materiales como el cemento, que le aportan las propiedades requeridas como resistencia, durabilidad y cohesión.

Es precisamente aquí donde radica la importancia de seguir con los estudios e investigaciones demostrativas y experimentales que permitan el desarrollo e innovación en este campo, cambiando los paradigmas sociales que aquejan el material e integrándolo a nuevos mercados comerciales donde su uso de manera racional sea el principal objetivo.

### Referencias Bibliográficas

- Arroz, F. & Halwatura, R. (Enero 2018). Mud Concrete block (MCB): mix design & durability characteristics. *Case Studies in Construction Materials*. (8). doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2017.12.004>
- Carrijo, J. & Alcocer, S. (Diciembre 2012). Revisión de criterios de sostenibilidad en muros de concreto para viviendas sismoresistentes. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 13. (4). Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v13n4/v13n4a11.pdf>
- Farahzadi, L., Urbano, R., Riyahi, A., Azemati, H. & Bagher, S. (Junio 2016). Assessment of Alternative Building Materials in the Exterior Walls for Reduction of Operational Energy and CO2 Emissions. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, V. (5). Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/80777713.pdf>
- Gessa, A., Sancha, M. (Junio 2016). Alternativas de reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO2) en la producción de cemento. Propuesta de un modelo de evolución. *Innovar*, 26. (60). doi: <https://doi.org/10.15446/innovar.v26n60.55532>
- Gómez, C. y Díaz, J. (2013). El desarrollo sostenible: conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación. En C. Gómez (Ed.), *Referencias para un análisis del desarrollo sostenible*. (pp. 90-11). Madrid: Universidad Alcalá. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/Cap3.pdf>
- Guerrero, L. & Daneels, A. (Noviembre 2018). Arquitectura de tierra en América Latina, una obra colectiva de la red iberoamericana Proterra. *Arquitectura en tierra: Tecnología sostenible y reutilización patrimonial*. Recuperado de <https://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2018mexico/01XIVCIATTI2017.pdf>

- Mejia, R. & Marti, B. (Agosto 2012). Capacitación en técnicas de construcción con tierra para mejoramiento del hábitat / vivienda rural e incidencia para el acceso a financiamientos estatales en El Salvador. Recuperado de [https://www.misereor.org/fileadmin/user\\_upload/misereor\\_org/Cooperation\\_\\_\\_Service/spanisch/informe-evaluacion-construccion-con-tierra-el-salvador-2012.pdf](https://www.misereor.org/fileadmin/user_upload/misereor_org/Cooperation___Service/spanisch/informe-evaluacion-construccion-con-tierra-el-salvador-2012.pdf)
- Perea, Y. (2012). *Sistemas constructivos y estructurales aplicados al desarrollo habitacional*. (Tesis de posgrado). Universidad de Medellín, Medellín. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/51194700.pdf>
- Plua, G. (2012). *Análisis económico en proyectos de construcción sostenible*. (Tesis de maestría). Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:BHFTFJoQxSsJ:repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/384/1/T-UCSG-POS-ING-CONS-2.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>
- Rivero, S. (Diciembre 2007). El uso masivo de la tierra como material de construcción en Colombia. *Apuntes*, 20. (2). Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/apun/v20n2/v20n2a15.pdf>
- Salvatierra, A. & Villavicencio, J. (Agosto 2017). Sistemas constructivos ventajas y desventajas. *Observatorio de la economía Latinoamericana*. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/sistemas-constructivos-ecuador.html>
- Samani, P., Mendes, A., Leal, V., Guedes, J. & Correia, N. (Octubre 2015) A Sustainability Assessment of Advanced Materials for Novel Housing Solutions. *Building and Environment*, 92. doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.012>



- Sharma, V., Marwaha, B. & Vinayak, H. (Junio 2016). Enhancing durability of adobe by natural reinforcement for propagating sustainable mud housing. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5. (1). doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2016.03.004>
- Serrano, S., De Gracia, A. & Cabeza, L. (Agosto 2016). Adaptation of rammed earth to modern construction systems: Comparative study of thermal behavior under summer conditions. *Applied Energy*, 175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.05.010>
- Susanaga, J. (2014). Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. (Tesis de posgrado). Universidad Católica De Colombia. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1727/1/CONSTRUCCI%C3%93N%20SOSTENIBLE%2C%20UNA%20ALTERNATIVA%20PARA%20LA%20EDIFICACI%C3%93N%20DE%20VIVIENDAS%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20Y%20PRIORITARIO.pdf>
- Zuleta, G. (Noviembre 2011). La Arquitectura en Tierra: una Alternativa para la Construcción Sostenible. *Hábitat Sustentable*, 1. (1). Recuperado de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/406/369>
- Jesús Moreno. (2009) *Vivienda en Barichara Santander*. [Fotografía]. Recuperado de <https://fundaciontierraviva.org/2009/12/casa-pinto/>
- Craterre. (2006) *Construcciones en tierra en el mundo*. [Mapa]. Recuperado de [http://craterre.org/accueil:galerie-des-images/default/gallery/38/gallery\\_view/Gallery](http://craterre.org/accueil:galerie-des-images/default/gallery/38/gallery_view/Gallery)
- Unesco. (2015) *Ciudad amurallada de Shibam, Yemen* [Fotografía]. Recuperado de <https://es.unesco.org/news/ciudad-vieja-sana-y-ciudad-vieja-amurallada-shibam-y-sus-fortificaciones-yemen-inscritas-lista>

---

Revista Instituto Confucio. (2017) *Fortaleza Tolou de Fujian en china*. [Fotografía]. Recuperado de <https://confuciomag.com/tulou-etnia-hakka>