



La revue *Aleph. langues, médias et sociétés* est approuvée par ERIHPLUS. Elle est classée à la catégorie B.

¿Qué futuro para la arquitectura de tierra cruda en Argelia?

أي مستقبل لهندسة الأرض الخام في الجزائر؟

Quel avenir pour l'architecture en terre crue en Algérie?

What future for the raw earth architecture in Algeria?

RIM AMINA SAOULI - UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR ANNABA

	Soumission	Publication numérique	Publication Asjp
	19-05-2023	21-11-2024	05-01-2025

Éditeur : Edile (Edition et diffusion de l'écrit scientifique)

Dépôt légal : 6109-2014

Edition numérique : <https://aleph.edinum.org>

Date de publication : 21 décembre 2024

ISSN : 2437-1076

(Edition ASJP) : <https://www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/226>

Date de publication : 05 janvier 2025

Pagination : 301-316

ISSN : 2437-0274

Référence électronique

Rim Amina Saouli, « ¿Qué futuro para la arquitectura de tierra cruda en Argelia? », *Aleph* [En ligne], Vol 12 (1) | 2025, mis en ligne le 21 novembre 2024. URL : <https://aleph.edinum.org/13767>

Référence papier

Rim Amina Saouli, « ¿Qué futuro para la arquitectura de tierra cruda en Argelia? », *Aleph*, Vol 12 (1) | 2025, 301-316.

¿Qué futuro para la arquitectura de tierra cruda en Argelia?

أي مستقبل لهندسة الأرض الخام في الجزائر؟

Quel avenir pour l'architecture en terre crue en Algérie?

What future for the raw earth architecture in Algeria?

RIM AMINA SAOULI

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR ANNABA

Introducción

En un esfuerzo por reflexionar sobre cómo reconciliar las demandas de la vida humana con la naturaleza, este artículo se centra en un recurso de construcción subestimado: la tierra. Frente al paradigma dominante de la alta tecnología, el uso de materiales de construcción naturales y no procesados, como la tierra, podría ser el camino a seguir para definir una «tecnología apropiada». La tierra, como material de construcción ecológico y respetuoso con el medio ambiente, está disponible en todas partes y en abundancia. Su uso para la construcción no genera residuos y es menos costoso en términos de dinero y energía utilizada. La tierra cruda se ha utilizado como material de construcción durante miles de años en todo el mundo. Varios ejemplos de construcciones con tierra cruda demuestran la versatilidad de este material. Los babilonios fueron los primeros en utilizar materiales naturales, como la tierra cruda, en la construcción. Este material, que data de hace miles de años, también fue utilizado por la cultura egipcia. Además, se han encontrado vestigios de este tipo de construcción en África, India y China.

Hoy en día, la arquitectura reciente con tierra cruda parece responder a varios objetivos, entre ellos el deseo de utilizar un material de bajo costo y la búsqueda de una técnica de construcción innovadora que responda a un objetivo arquitectónico de sostenibilidad a largo plazo.

El objetivo de este estudio es comprobar si es posible construir edificios con materiales de bajo impacto ambiental, como la tierra cruda. Esto es lo que queremos aprender en esta investigación, examinando la tierra cruda como material de construcción y estudiando casos prácticos de construcción con tierra cruda para ilustrar cómo puede utilizarse de diferentes maneras.

1. Consideraciones teóricas, bibliografía y fuentes de referencia

El mundo científico ha prestado mucha atención a la tierra cruda en la última década, como indica el crecimiento de las investigaciones publicadas en revistas sobre el tema. En los últimos diez años, se han publicado aproximadamente 100 trabajos sobre este tema en revistas Scopus, según Pacheco-Torgal (2012: 512-519). Aunque esta cifra representa solo un porcentaje ínfimo del total de artículos publicados sobre cemento en

el mismo período, es diez veces superior al número de publicaciones sobre arcilla sin cocer en 1990 (Sposito y Scalisi 2017: 246-246).

En el campo de la construcción con tierra, Gernot Minke es uno de los autores más conocidos. Su libro *Manual de construcción con tierra* es ampliamente seguido y su editorial BRC acaba de publicar en 2013 una edición actualizada en español. En este libro, Minke desarrolla una amplia visión de esta tecnología, basándose en su propia experiencia e incluyendo planteamientos técnicos y ejemplos de diferentes partes del mundo (Minke 2013). Franz Volhard, un alemán que inventó una idea de «tierra ligera» a base de paja combinada con lechada de arcilla, detalla en profundidad sus procedimientos de producción en su libro (Volhard 2016). Para las construcciones modernas o la rehabilitación de antiguos entramados de arcilla, la tierra ligera se propone como un material de construcción de arcilla flexible y con visión de futuro.

Morton (2005), Lourenço (2002) y Shukla (2009) han realizado estudios sobre la tierra comparando las emisiones de dióxido de carbono de los edificios de tierra con las estructuras típicas de mampostería, y han llegado a la conclusión de que la energía incorporada utilizada en los edificios de tierra es mucho menor que la utilizada en los edificios de mampostería ordinarios. En su investigación publicada en 2013, la arquitecta italiana Olinda Curia también se fija en la tierra, demostrando enfoques de construcción con tierra cruda.

Se publican otros artículos en torno a la tierra (Léopold, Désiré y Germain 2014: 1-7), que dan lugar a numerosos estudios realizados sobre la resistencia mecánica de los ladrillos de barro (Morel, Pkla y Walker 2007: 303-309), así como estudios sobre la ecoeficiencia de la construcción en tierra realizados por Cesare Sposito y Francesca Scalisi. También cabe destacar que en el marco del curso de Master 2 sobre «Arquitectura contemporánea en tierra cruda» del Departamento de Arquitectura de Annaba (Argelia), del que somos formadores, se fusiona una metodología pedagógica con la experiencia adquirida a nivel teórico.

En esta formación, los estudiantes desarrollan propuestas que van desde la escala urbana hasta la definición de los detalles constructivos de sus proyectos, pasando por diferentes escalas de definición arquitectónica, donde la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos alimenta y modifica constantemente las decisiones proyectuales, proporcionando así una mejor comprensión de la complejidad del acto arquitectónico. Habiendo estado en estrecho contacto con este tema de investigación y la sustancia (la tierra), examinamos este tema con gran interés en las siguientes partes de este estudio, dando la esencia de lo que se ha recogido de la literatura (libros y artículos mencionados anteriormente).

1.1. Versatilidad de la tierra cruda en la construcción de edificios

A modo de recordatorio, recordemos brevemente que la construcción en tierra tiene una historia milenaria, al igual que la evolución del hombre, ya que tras abandonar los primeros refugios temporales que le ofrecía la naturaleza en sus cuevas rocosas,

encontramos al hombre lidiando con materiales de construcción sencillos y fáciles de trabajar: madera, piedra y tierra.

Los edificios de tierra cruda albergan a cerca del 40% de la población mundial (Monceaux 2021) porque el material es fácilmente accesible, sencillo de manipular y moldear en una amplia gama de formas arquitectónicas; también es un excelente aislante térmico, no tóxico y totalmente reciclable. Su capacidad para controlar la temperatura interior y limitar los contaminantes, así como sus propiedades aislantes (absorción acústica) y su incapacidad para acumular electricidad estática, son ventajas de la tierra. Más del 60% de los edificios de tierra en lugares sísmicamente activos han sobrevivido mejor que otros, pandeándose pero casi nunca derrumbándose por completo si no están cerca del epicentro del terremoto (Sposito y Scalisi 2017: 246-246).

El uso de tierra cruda está vinculado a una baja energía intrínseca (Bruno, Gallipoli, Perlot-Bascoules, Mendes y Salmon 2015), bajas emisiones de dióxido de carbono y un reducido efecto medioambiental, como demuestran las crecientes investigaciones y publicaciones en torno a las estructuras de tierra cruda en los últimos años. También cabe mencionar que la producción industrial de ladrillos verdes consume un 15% menos de energía que los ladrillos de arcilla, ofrece una mejor calidad de vida, es 100% reciclable (Delahousse 2009) y tiene unos costes de transporte y procesamiento increíblemente bajos. En resumen, la tierra cruda ocupa probablemente el primer puesto en la lista de materiales respetuosos con el medio ambiente.

1.2 Convertir la tierra cruda en un valioso recurso para la construcción (Técnicas de construcción con tierra cruda)

Para utilizar un lenguaje sencillo y accesible a todos los lectores, las construcciones de tierra cruda se refieren a estructuras hechas enteramente de tierra, extraída de una cantera cercana al edificio o recuperada de excavaciones de la región, trabajada, moldeada y dejada secar naturalmente al aire libre sin recurrir a ninguna otra acción para extraer el material.

El componente arcilloso de la masa de tierra actúa como aglutinante (Mango-Itulamya 2019), o adhesivo, similar al creado por la cal o el cemento sobre áridos (arena y grava), permitiendo la construcción de estructuras de varios pisos resistentes (no más de tres pisos por encima del suelo) y duraderas. De los muros de carga a los muros cortina, de los suelos a los áticos, de las cúpulas a las bóvedas, del enlucido a la pintura, la tierra puede utilizarse en una gran variedad de componentes arquitectónicos.

En general, se pueden reconocer tres enfoques constructivos en relación con la construcción de muros: 1) muros de carga sólidos monolíticos hechos de grandes bloques, fabricados con la ayuda de encofrados (Chabriac 2014); 2) mampostería de carga o de relleno hecha de pequeños bloques en serie, preformados y presecados en una zona seca y semisombreada; 3) relleno de tierra sobre una estructura de armazón de madera hasta las estructuras portantes. Pisé, cob, bauge y adobe son los cuatro tipos principales de métodos antiguos (Nava 2013).

Existen dos tipos de métodos de aplicación: la aplicación en húmedo, que se moldea directamente durante la construcción, y la aplicación en seco, que se prefiere porque no requiere largos tiempos de secado e instalación, permite la construcción incluso en estaciones frías, posibilita la producción centralizada en fábricas de distintos productos según el uso y facilita el montaje.

Como ya se ha mencionado, existen básicamente dos tipos de técnicas de construcción: 1) El pisé, o tierra apisonada, cuya elaboración consiste en comprimir capa a capa de tierra algo humedecida con una sola herramienta, dentro de un encofrado de madera (Baridon 2010) (que tiene la misma anchura que el muro a construir, una longitud de unos tres m, y una altura que varía entre 1,25 y 1,50 m) y 2) El adobe, que se fabrica con una combinación de tierra y paja u otras fibras vegetales, se moldea en moldes de madera y se seca en un lugar seco y alejado de la luz solar directa para minimizar la contracción o rotura excesivas. Los estabilizadores pueden incluir aceites naturales como la caseína y los aceites de linaza y algodón (Nava 2013).

Las técnicas mencionadas hasta ahora han incluido principalmente métodos de construcción tradicionales. Además de todas estas técnicas, a continuación se enumeran todas las técnicas (tradicionales y contemporáneas) de construcción con tierra:

- Tierra cruda apilada (De Chazelles 2008) (Bauge) (Röhlen, Ziegert y Mochel 2013);
- Tierra apisonada (Pisé) (Bellet, 1899: 369-373);
- Ladrillos modelados a mano o en moldes (Adobe) (Gauzin-Müller, Sémon, Thirion, Guyet, Doat, Fontaine, Guillaud y Duval 2016);
- Tierra extruida o trefilada (ladrillos verdes industriales) (Nava 2013);
- Bloques comprimidos y bloques rebozados (bloques de tierra comprimida «CEL» (Minke 2013));
- Torchis (Dewulf 2015);
- Terre-Paille (Laureau 2019).

2. El papel polifacético de la arcilla cruda: ¿Por qué es importante honrar nuestro patrimonio ancestral?

La tierra cruda, rica en minerales, ofrece un patrimonio sostenible con múltiples posibilidades recreativas. Su uso permite la creación personalizada de jardines, parques y áreas de juego. También se presta para la construcción de divertidas atracciones como montañas rusas o tirolinas. Este material tiene una larga vida útil. Diseñado para resistir el desgaste, no requiere tratamiento ni limpieza adicional para mantenerse saludable. Su aspecto liso y estético se mantiene sin aportar productos químicos o fertilizantes. Con un mantenimiento adecuado, conserva sus cualidades durante años. Naturalmente no tóxica, la tierra cruda respeta el medio ambiente. Mezclada con agua, crea superficies lisas y seguras para el ocio. Libre de sustancias nocivas, tampoco atrae insectos indeseables ni contiene alérgenos. Duradera, saludable, ecológica y segura, este recurso constituye un excelente patrimonio para crear espacios lúdicos y divertidos, ofreciendo una experiencia recreativa responsable.

2.1. Aprovechar la tierra cruda como patrimonio paisajístico y artístico

El uso de la tierra cruda para actividades recreativas sostenibles, práctica ancestral, gana popularidad como forma de paisajismo o arte. Única, ofrece una paleta de colores cálidos, desde el rojizo hasta el marrón chocolate, adaptándose a diversos estilos paisajísticos: inglés, italiano, japonés o contemporáneo.

Ventajosa para un entorno saludable, este material resiste a la intemperie y resulta ideal para el diseño paisajístico, el drenaje o la jardinería. De fácil mantenimiento, embellece los espacios recreativos aportando colores y texturas relajantes, propicios para el descanso y la meditación. Hoy redescubierta, la tierra cruda seduce para actividades al aire libre. Moldeable de manera ecorresponsable, constituye una solución perfecta para el ocio. Polifacética, permite fabricar objetos, estructuras, acondicionar parques y jardines: muros, senderos, terrazas, toboganes, columpios o juegos exteriores. Utilizada también para esculturas y frescos.

Respetuosa con el medio ambiente, exenta de productos químicos nocivos, la tierra cruda combina robustez, facilidad de mantenimiento y longevidad a bajo costo. Un material ideal para crear, de forma asequible y duradera, espacios recreativos sanos y seguros, beneficiosos para todos.

Legado sostenible, la tierra cruda ofrece una alternativa saludable en un mundo amenazado por el cambio climático y la degradación ambiental. Mezcla ancestral de tierra y arcilla, presenta numerosas ventajas ecológicas como la impermeabilidad, el aislamiento térmico y la preservación energética. Natural, su producción no emite contaminantes. Maleable, resulta más práctica y económica que los materiales convencionales.

Aplicada al acondicionamiento recreativo, esta técnica protege de los elementos mientras asegura un ambiente fresco ideal para exteriores. Duradera, de fácil mantenimiento y reparación, la tierra cruda se renueva a bajo costo, proponiendo así una solución de desarrollo sostenible para transmitir a futuras generaciones un patrimonio recreativo perdurable, ecológico y asequible.

2.2. Honrar nuestro patrimonio ancestral: utilizar la tierra cruda para construir edificios sostenibles

La tierra cruda es un recurso renovable que ofrece múltiples posibilidades para la construcción sostenible de edificios duraderos. Esta técnica secular, reconocida por su simplicidad y confiabilidad, seduce al sector de la construcción gracias a sus numerosas ventajas ecológicas.

Por ejemplo, el adobe se adapta a diversas condiciones climáticas al tiempo que resiste notablemente a la humedad y la intemperie. Sus superiores prestaciones térmicas lo hacen particularmente atractivo para edificios eco-energéticos. Además, con un buen mantenimiento, su longevidad puede extenderse durante varios siglos.

Extraída localmente, la tierra cruda es una materia prima natural que no requiere energía fósil para su producción, contribuyendo así a preservar el medio ambiente. De fácil acceso y económica, permite erigir construcciones duraderas a bajo costo.

En resumen, este recurso renovable combina durabilidad, resistencia climática, eficiencia térmica, respeto al medio ambiente y accesibilidad económica, cualidades ideales para una construcción ecorresponsable y perdurable.

2.3. Tierra cruda: un recurso de construcción sostenible que hay que revalorizar

El uso de la tierra cruda ofrece soluciones sostenibles para una vivienda más saludable y ecorresponsable. Como método de construcción respetuoso con el medio ambiente, apunta a crear hogares de bajo consumo energético y reducida huella de carbono.

Naturalmente, este material presenta características que lo hacen sano y duradero. No tóxico, proporciona insonorización y un eficaz aislamiento térmico y acústico. Robusto, se presta a una gran longevidad. La tierra cruda resiste notablemente la humedad al tiempo que permite una buena evacuación para mayor confort.

Este recurso natural y asequible se trabaja con facilidad, ofreciendo múltiples posibilidades de formas mediante moldeado o mezcla. Apta para proyectos domésticos como construcción de muros, tabiques o losas, también permite erigir edificios completos.

Duradera, la tierra cruda constituye así un activo para construir viviendas más respetuosas con el medio ambiente, combinando aislamiento natural y bajo impacto ecológico. Un uso racional se impone para explotar plenamente su potencial.

2.4. Casos prácticos de proyectos de construcción con barro

El arte de construir con ladrillos de barro se remonta a más de 7.000 años. Se cree que los primeros ladrillos vaciados en moldes, hallados en yacimientos neolíticos de Anatolia y Grecia, datan de alrededor del año 5000 a.C. (Sayyed, Singh, Lakha, Bageshwar, Mandlik, Kohare y Nirmohi 2021).

En las evidencias materiales, hemos descubierto construcciones de tierra creadas sin encofrado, delimitadas por los escritos desde la aparición de los primeros tratados técnicos de normas de construcción arquitectónica relacionados con la tierra cruda: Vitruvio detalla la creación de ladrillos crudos en su tratado *De Architectura* (Vitruvio 1995), incluyendo las cualidades de la arcilla, los procesos de creación de los ladrillos y sus reacciones durante el secado natural. En Francia, en el periodo posrevolucionario, se difundieron ensayos e investigaciones sobre la recuperación de la tecnología del adobe con el objetivo de lograr una construcción rápida y rentable para la industria y los asentamientos rurales.

La tierra cruda es un material de construcción que puede equilibrarse perfectamente con el medio ambiente: se presta a proyectos de construcción accesibles a cualquier organización de producción, desde los más sencillos hasta los más complejos; también

es un recurso fácilmente disponible en la mayoría de los contextos geográficos, y la variedad de prestaciones que pueden obtenerse con las distintas técnicas de ejecución permite realizar productos adecuados para el ahorro energético y el confort en distintos contextos climáticos.

La construcción con tierra cruda es una técnica tradicional ancestral utilizada en diversas regiones del mundo. Implica el uso de materiales naturales como tierra, arcilla, arena y paja para erigir muros, suelos y techos. Se la conoce bajo diferentes denominaciones (construcción en tierra, en adobe o en tapial) según el método específico adoptado. El pisé, empleado desde hace milenios en África, Asia, Europa y América, se utilizaba antaño para edificar viviendas, templos y fortificaciones. La Gran Muralla China o los hábitats pueblo del suroeste estadounidense son ilustres ejemplos. Esta construcción se distingue por su sencillez, durabilidad y capacidad de adaptación a diversos climas. También ofrece una inercia térmica que regula la temperatura interior para reducir las necesidades energéticas.

La tierra cruda, recurso asequible y ecológico, permite erigir edificaciones perdurables y confortables prescindiendo de materiales convencionales. Una solución constructiva tradicional que responde a los desafíos del desarrollo sostenible actual. La construcción con tierra cruda requiere técnicas y materiales específicos para garantizar la calidad y estabilidad de las edificaciones. El primer paso consiste en seleccionar un suelo adecuado, con un equilibrio entre arcilla, arena y limo, libre de materias orgánicas, rocas o escombros. Una vez elegida la tierra, se prepara amasándola con agua, a veces con otros componentes como paja, para obtener una mezcla homogénea. Luego se moldea en bloques a mano o con moldes. Entre las diferentes técnicas de construcción en tierra, mencionamos el adobe (bloques secados al sol), el bahareque (mezcla de arcilla, arena y paja) y el tapial (capas de tierra compactada). Cada una ofrece ventajas y limitaciones propias según las condiciones locales y las cualidades estéticas o funcionales buscadas. En comparación con otros materiales, la construcción en tierra presenta numerosas ventajas. Su principal fortaleza reside en la sostenibilidad, al ser un recurso abundante, renovable y biodegradable. Las edificaciones en tierra también tienen una baja huella de carbono, ya que su producción y transporte requieren poca energía. Además, este modo constructivo resulta asequible gracias a la disponibilidad local de las materias primas y su transformación mínima. La estética singular de las construcciones en tierra refleja las texturas y colores naturales del suelo circundante. Sin embargo, esta técnica no está exenta de desafíos como la sensibilidad a la erosión, los daños hídricos o las sacudidas sísmicas. Asimismo, en muchas regiones sufre de falta de reconocimiento, apoyo, mano de obra calificada y conocimientos técnicos. Por ello, es crucial promover la construcción en tierra como alternativa viable a los métodos convencionales e invertir en investigación para optimizar su rendimiento y sostenibilidad.

En esta contribución se analizan ejemplos de proyectos de construcción con tierra apisonada procedentes de distintas partes del mundo. Los proyectos presentados en este estudio ponen de relieve la voluntad arquitectónica de integrar al máximo el edificio en su entorno. El vínculo entre la tierra como elemento natural y la arquitectura se

presenta a continuación de forma ilustrada a través de dos estudios de caso (el Instituto Panafricano de Burkina Faso y la Mezquita Al-Medi de Arabia Saudí).

El Instituto Panafricano de Tierra en Ouagadougou, Burkina Faso, es un espléndido ejemplo de arquitectura en tierra que armoniza con el paisaje semiárido circundante. Diseñado por el arquitecto marroquí Salima Naji, el complejo cuenta con edificios residenciales, aulas, bibliotecas y oficinas construidos íntegramente con bloques de tierra estabilizada y técnicas de construcción locales.

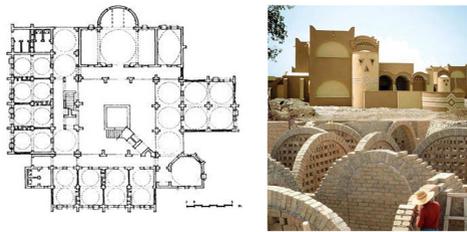
Por otro lado, la antigua Mezquita Al-Medi en Riad, Arabia Saudí, data del siglo VII y es un magnífico exponente de la arquitectura tradicional en tierra de la región. Esta joya arquitectónica atestigua la sabiduría de los constructores ancestrales que supieron aprovechar los recursos locales para erigir estructuras hermosas y duraderas en armonía con el entorno árido.

Estos dos proyectos, separados por siglos y culturas, demuestran el enorme potencial de la construcción con tierra cruda para crear arquitectura sostenible, adaptada al clima y respetuosa con el paisaje. Al redescubrir y revalorizar estas técnicas milenarias, los arquitectos y constructores contemporáneos pueden contribuir a forjar un futuro más ecológico y arraigado en las tradiciones vernáculas.

2.4.1. Instituto Panafricano de Desarrollo, Uagadugú, Burkina Faso

El centro de investigación y formación, de 5.000 metros cuadrados, está dividido en tres grupos de edificios distintos: un centro educativo y administrativo con biblioteca y cafetería; 72 alojamientos para estudiantes; y 9 residencias para profesores (Minke 2013). Todos los muros, bóvedas y cúpulas se construyeron con bloques de tierra estabilizada fabricados in situ a partir de suelo local (Figura N° 1).

Figura N° 1. Instituto Panafricano (Uagadugú, Burkina Faso)



Fuente: G. Minke, 2013, 174.

El proyecto se inició en 1981 y se terminó en 1984. Recibió el Premio Aga Khan de Arquitectura en 1992. Las bóvedas y cúpulas se levantaron siguiendo el método nubio, sin encofrado. Las superficies exteriores se acabaron con cemento y enlucido de barro estabilizado con agua (Minke 2013).

2.4.2. Mezquita Al-Medi, Arabia Saudí

La mezquita Al-Medi (Figura N° 2), diseñada por el arquitecto Sami Al-Gobair, fue uno de los primeros proyectos de Arabia Saudí en utilizar BTC en la construcción de una estructura. Se abrió al público en 2004, una vez finalizada la construcción. El proyecto está situado al este del histórico barrio del Rey Abdul Aziz, en Riad. Consta de una mezquita principal con una sala de oración interior de 350 metros cuadrados, una zona de oración exterior de 300 metros cuadrados, un minarete de 18 metros de altura y una zona de abluciones al aire libre.

Figura N° 2. Mezquita Al-Medi, Arabia Saudí



Fuente: Mokhtar A. Ibrahim Abd El Rahman, 2012, 131-132.

El principal material de construcción era el suelo y el principal método de construcción era el BTC. La calidad óptima del suelo para la construcción de BTC era la siguiente (ADA 2008): El limo representaba el 15% de la arena, el 50% de la grava y el 15% de la arcilla. Para las mezclas con poca arcilla se utilizaba cemento para sostener los bloques, mientras que para las mezclas con mucha arcilla se utilizaba cal (Abd El Rahman 2012).

3. ¿Cómo ofrece la arquitectura de tierra cruda una solución sostenible en Argelia?

La arquitectura en tierra cruda va ganando adeptos en Argelia en los últimos tiempos, pues ofrece innegables ventajas en sostenibilidad y economía. La tierra arcillosa es un recurso ubicuo y accesible. Además, resulta mucho más respetuosa con el entorno que los materiales sintéticos y goza de mayor perdurabilidad que el hormigón.

Pero no son éstas sus únicas virtudes. Las construcciones en tierra cruda también se revelan más seguras y resistentes ante los embates de la naturaleza, como los terremotos. Y es que la tierra absorbe la humedad con mucha más lentitud que los materiales artificiales. Sumado a su longevidad extrema, puede reutilizarse una y otra vez si llega el caso.

Argelia tiene mucho que aprender de los beneficios de esta ancestral arquitectura de barro y su contribución al desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida. Puede ser una herramienta invaluable en la lucha contra el cambio climático y la pobreza, al tiempo que fomenta el acceso a viviendas asequibles y reduce el terrible flagelo de la falta de hogar.

Al aprovechar recursos naturales y autóctonos, la bioconstrucción se erige como una alternativa ecológica de primer orden en Argelia. La utilización de materias primas locales como arcilla, arena y gravas reduce drásticamente las necesidades de transporte y la huella de carbono asociada a la edificación. Además, en comparación con otros materiales constructivos, los elementos de tierra cruda conllevan una energía incorporada muy baja, lo que significa menor consumo energético y menor impacto ambiental durante su producción. Por tanto, la arquitectura en tierra representa una opción viable y ambientalmente responsable para la construcción en un país donde la eficiencia energética y la sostenibilidad medioambiental son factores cruciales a considerar.

En el clima cálido y seco de Argelia, la edificación en tierra confiere además notables ventajas en eficiencia energética y adaptación climática. Estas estructuras poseen un aislamiento natural óptimo, capaz de mantener una temperatura interior confortable sin necesidad de aire acondicionado. También pueden diseñarse para aprovechar estrategias de refrigeración pasiva como la ventilación natural cruzada, incrementando su eficiencia energética y flexibilidad frente al calor. Estos principios aplicados a la arquitectura de tierra aportan una valiosa contribución para reducir el consumo energético y mitigar los efectos del cambio climático en el país.

Otro gran beneficio de la arquitectura de tierra en Argelia radica en la preservación de su rico patrimonio cultural y tradiciones constructivas ancestrales. Numerosos edificios históricos realizados con tierra perduran intactos hasta nuestros días. Esta arquitectura vernácula permite así conservar el legado cultural argelino, al tiempo que ofrece opciones habitacionales ecológicas, fomentando el empleo de materiales terrosos y métodos tradicionales como el adobe o el tapial. La bioconstrucción puede ayudar a revertir percepciones negativas y promover el uso renovado de estas técnicas milenarias, especialmente en zonas donde las edificaciones de tierra gozan de menor prestigio.

4. Métodos modernos de construcción con tierra cruda en Argelia

Argelia es cuna de una arraigada tradición constructiva en tierra, con más de 7 millones de almas habitando las milenarias moradas de adobe que salpican su geografía. Pero lejos de anclarse en el pasado, en los últimos años están floreciendo métodos innovadores de bioconstrucción que pretenden aunar lo mejor de la sabiduría ancestral con los avances técnicos más vanguardistas.

Fruto de la fructífera colaboración entre ingenieros locales y arquitectos de renombre internacional, estas nuevas técnicas constructivas en tierra cruda buscan hacer de estas viviendas vernáculas un hábitat más duradero, confortable y resistente a los embates del tiempo.

Basadas en recursos sostenibles como bloques de tierra comprimida, muros de bahareque o paneles de yeso y tierra, sus mezclas están sabiamente diseñadas para aportar un óptimo aislamiento térmico y una gran resistencia a la humedad. Pero su mayor virtud radica en ser profundamente respetuosas con el entorno, al emplear materias primas locales y fácilmente reciclables, aunado a procesos de bajo consumo energético que pueden reducir hasta un 50% la demanda de un edificio.

Esta renovada arquitectura de tierra no sólo augura un prometedor futuro de viviendas perdurables, sino que erige un modelo de construcción eficiente y en armonía con la naturaleza, custodiando al mismo tiempo las esencias de un rico legado patrimonial.

5. Conozca las ventajas de la arquitectura de tierra cruda en Argelia

Ancestral y venerable, la arquitectura de tierra cruda es un arte milenario que Argelia atesora principalmente en sus áridas comarcas rurales. Un auténtico paradigma de construcción sostenible y respetuosa con la Madre Tierra que podría contribuir a aliviar los acuciantes problemas de acceso a materiales en estas zonas.

Firmes frente a las inclemencias meteorológicas, estas viviendas de barro y paja brindan un eficaz aislamiento térmico y acústico, moldeándose en perfecta armonía con la tierra, el clima y las esencias culturales del terruño. Pero su mayor virtud radica en su profunda vocación ecológica, pues su erección no requiere el uso de combustibles fósiles como el cemento o el acero, evitando así las nocivas emisiones de CO₂. Una lección magistral de bioarquitectura sostenible. A su innegable nobleza medioambiental se suma el ser un método asequible y de fácil realización, gracias a la ubicuidad y bajo coste de sus materias primas. Cualidades que la erigen en una solución idónea allí donde el acceso a recursos es limitado y los presupuestos apremiantes, brindando a las gentes una alternativa digna para levantar sus hogares.

Es vital que Argelia redescubra y reivindique este secular legado constructivo, familiarizándose con sus innumerables bondades, aprendiendo a erigir moradas sostenibles y ecoamigables que mitiguen su huella climática y la encaminen hacia un porvenir más verde y perdurable.

5.1. Soluciones innovadoras para la arquitectura de tierra cruda en Argelia

La arquitectura de tierra cruda, una técnica ancestral y rudimentaria, ha resurgido en Argelia en los últimos años. Sin embargo, para su desarrollo, esta tecnología necesita adoptar soluciones innovadoras. Las técnicas modernas de ingeniería son fundamentales para cumplir con las normas de construcción y las nuevas demandas del mercado inmobiliario. Por ejemplo, el uso de software de análisis estructural y simulación numérica del rendimiento térmico e hídrico puede contribuir al desarrollo de nuevos materiales para la arquitectura de tierra cruda en Argelia y a la definición de técnicas de construcción adaptadas a diversas condiciones. Además, la integración de tecnologías como la impresión 3D y la fabricación digital permite producir elementos de tierra cruda con una precisión sin precedentes. Esto podría permitir a los arquitectos e ingenieros crear formas complejas e integrar mejor los edificios en su entorno. Por

último, el desarrollo de materiales de origen biológico, como el cáñamo, las virutas de madera, las algas, etc., podría contribuir a la creación de materiales más sostenibles con un bajo impacto ambiental. Estos materiales podrían integrarse en las paredes de tierra cruda para mejorar su durabilidad y rendimiento térmico. Por lo tanto, la integración de soluciones innovadoras en la arquitectura de tierra cruda en Argelia es esencial para garantizar un futuro sostenible a esta antigua tecnología.

5.2. Descubrir el impacto positivo de la arquitectura de tierra cruda en Argelia

Los edificios de tierra cruda, construidos en Argelia hace siglos, son precursores de la arquitectura moderna. Estas estructuras se erigían manualmente con materiales locales como tierra, madera, paja y ladrillo, lo que las convierte en una tecnología sostenible.

Estos edificios de tierra cruda son muy populares debido a sus numerosas ventajas. Son extremadamente eficientes en términos de energía, lo que significa que consumen poca energía y, por lo tanto, su construcción y mantenimiento son más económicos. Los edificios de tierra cruda también son muy duraderos y pueden durar siglos. Además, proporcionan un buen aislamiento térmico, lo que significa que son más frescos en verano y más cálidos en invierno.

Además, el uso de materiales locales para construir edificios de barro puede tener un impacto positivo en el medio ambiente. Reduce la cantidad de materiales que deben ser transportados y la contaminación resultante. Además, el uso de materiales reciclados y renovables, como la tierra y la paja, es beneficioso para el medio ambiente.

Estas ventajas son especialmente importantes para las comunidades rurales argelinas, que suelen tener recursos limitados. El uso de la arquitectura de tierra apisonada para sus edificios puede permitirles construir edificios a un costo asequible y con un bajo impacto ambiental. También puede tener un impacto positivo en su economía y bienestar general.

La tierra cruda es una materia prima natural muy utilizada en la construcción en todo el mundo. Se valora especialmente por su capacidad única para almacenar calor y proporcionar un clima interior confortable. Debido a sus múltiples cualidades, es necesario revalorizar este recurso sostenible que presenta numerosas ventajas ecológicas y un potencial inigualable. Como hemos visto en los últimos años, el cambio climático amenaza la seguridad y la salud de las personas. Por ello, el uso de materiales sostenibles se está convirtiendo en una prioridad para preservar nuestro futuro y luchar contra el cambio climático.

La tierra cruda se utiliza desde hace miles de años y se considera un material natural rico y fiable. Esta materia prima ofrece interesantes posibilidades para la construcción sostenible y ecológica. Las ventajas de la tierra cruda residen en su disponibilidad, su buena conductividad térmica, su capacidad para retener la humedad relativa y su mayor resistencia mecánica al impacto que los materiales modernos. Además, es relativamente fácil de obtener, utilizar y mantener y no contribuye al calentamiento global por su bajo contenido en carbono.

Conclusión

La mayoría de los edificios de hormigón en los que vivimos y trabajamos carecen de alma, son feos y ecológicamente defectuosos. Cuando estamos dentro de esos edificios, nuestros sentidos se cierran. Los antiestéticos proyectos de edificios de hormigón dañan innecesariamente nuestro medio ambiente y expulsan a la naturaleza de nuestras ciudades. En un intento de reflexionar sobre cómo conciliar las exigencias de la vida humana con la naturaleza, esta contribución se fija en un recurso de construcción infravalorado, la tierra. Para demostrar cómo puede utilizarse, este artículo examina su uso como material de construcción y se centra en particular en estudios de casos de construcción con tierra cruda en respuesta a un deseo arquitectónico de sostenibilidad.

La tierra cruda, un recurso natural abundante y accesible, ha sido utilizada como material de construcción desde tiempos inmemoriales. A pesar de su antigüedad, la tierra cruda sigue siendo relevante en la arquitectura contemporánea, especialmente en la búsqueda de soluciones de construcción sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

Varios ejemplos de edificios de tierra apisonada demuestran el potencial de este material. Existen varios ejemplos históricos del uso de la tierra cruda como material de construcción en todo el mundo. Los proyectos presentados en este estudio ponen de relieve el objetivo arquitectónico de maximizar la integración medioambiental de la arquitectura. La relación entre la tierra como elemento natural y la arquitectura se presenta en este artículo a través de dos estudios de casos, el Instituto Panafricano de Burkina Faso y la Mezquita Al-Medi de Arabia Saudí.

Estos estudios avalan el hecho de que la tierra cruda es totalmente reciclable, no tóxica y un fantástico aislante térmico. Entre estas ventajas se incluye su capacidad para controlar la temperatura interior y evitar la contaminación. La tierra puede recuperarse, reciclarse y utilizarse como recurso de construcción en una gran variedad de elementos arquitectónicos, como muros de carga, muros cortina, suelos, áticos, cúpulas y bóvedas, así como yeso y pintura.

La tierra cruda es un recurso con una larga historia. Ofrece una serie de ventajas para la construcción sostenible. En primer lugar, está muy disponible. Se encuentra fácilmente en la superficie del suelo, lo que la convierte en una fuente abundante y conveniente. Además, es muy económica y sostenible. Puede reutilizarse y reciclarse una y otra vez, por lo que no se desperdicia. Además, es muy resistente a la intemperie. La arcilla en bruto soporta la lluvia y las temperaturas extremas, por lo que es muy adecuada para su uso en exteriores. Por último, es muy fácil de trabajar y moldear. Es fácil de moldear y se le pueden dar todo tipo de formas y estructuras.

El uso sostenible de la tierra cruda puede ofrecer infinitas posibilidades a las regiones áridas. Este recurso natural puede utilizarse para construir viviendas, muros, carreteras y edificios. La tierra cruda es fácil de conseguir y puede obtenerse a bajo coste, lo que la convierte en una opción muy atractiva para las comunidades de bajos ingresos. Además, su uso es sencillo y los artesanos locales pueden fabricarla sin ayuda de expertos.

La tierra cruda también es conocida por sus beneficios para el confort, la salud y la seguridad. Proporciona un buen aislamiento térmico y acústico, dejando un menor impacto en el medio ambiente. También es muy resistente al fuego y a las fuerzas de la naturaleza, lo que la convierte en una opción muy segura. Además, es hipoalergénico y se sabe que absorbe los olores y el ruido. Por tanto, es muy beneficioso para las personas alérgicas o sensibles.

La tierra cruda también es muy duradera y puede reutilizarse después de cada ciclo. Es fácilmente reciclable y puede remodelarse y reconstruirse para otros usos. También es respetuosa con el medio ambiente y no requiere el uso de productos químicos o sintéticos. Por último, es estéticamente agradable y puede diseñarse para que encaje con el entorno natural y la arquitectura existente.

Argelia es un país que se enfrenta a numerosos retos en materia de sostenibilidad y equidad en la vivienda. La arquitectura de tierra cruda es una de las posibles soluciones a estos retos. La arquitectura sostenible es aquella que respeta el medio ambiente y puede construirse a un coste asequible.

Références bibliographiques

- Abd El Rahman, M. A. I. (2012). *A review of the construction techniques for earthen buildings, with a brief analysis of the case of the Kingdom of Saudi Arabia* (Tesis doctoral, Universidad Heriot-Watt).
- ADA. (2008). *Estudio periódico de los edificios de tierra del distrito de al-Turaif en Diriyah*. Riad.
- Baridon, L. (2010). *Le pisé de François Cointeraux (1740-1830): La terre pour utopie*.
- Bellet, D. (1899, julio). El valor económico de Samoa. *Annales de Géographie*, 8(40), 369-373. Armand Colin.
- Bruno, A. W., Gallipoli, D., Perlot-Bascoules, C., Mendes, J., & Salmon, N. (2015, mayo). Ladrillos de tierra cruda: Procedimiento de compactación a alta presión e influencia en las propiedades mecánicas. *Rencontres Universitaires de Génie Civil*.
- Chabriac, P. A. (2014). *Mesure du comportement hygrothermique du pisé* (Tesis doctoral, ENTPE; CNRS-LTDS (UMR 5513)).
- de Chazelles, C. A. (2008, junio). Tierra modelada y tierra moldeada, dos concepciones de la construcción con tierra. En A. y J. Picard (Ed.), *Premier congrès francophone d'Histoire de la construction* (No. chapitre 2: Matériaux, pp. 411-419).
- Delahousse, S. (2009). *Arquitectura de tierra cruda en movimiento en Francia y Malí: Perspectivas cruzadas*.
- Dewulf, M. (2015). *Le torchis, mode d'emploi: Connaître la terre crue - Interpréter les désordres - Organiser le chantier - Restaurer et protéger le torchis*. Éditions Eyrolles.
- Gauzin-Müller, D., Sémon, P., Thirion, N., Guyet, C., Doat, P., Fontaine, L., Guillaud, H., & Duval, J. P. (2016). *La arquitectura de tierra de hoy*. Museo éditions.
- Laureau, V. (2019, octubre). *Terre-Paille*. Studio Tardio.
- Léopold, M., Désiré, T. J., & Germain, M. (2014). Características resistentes de los ladrillos de tierra y su aplicación en la construcción. *International Journal of Engineering*,

2(1), 1-7.

- Lourenço, P. I. (2002). *Construções em terra*. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico.
- Mango-Itulama, L. A. (2019). *Construcción con tierra cruda*.
- Minke, G. (2013). *Construir con tierra*. En *Construir con tierra*. Birkhäuser.
- Monceaux, C. (2021). Ladrillos de tierra cruda, eco-construcción y diseñador. Un ejemplo de experimentación medioambiental para una ética de la estética.
- Morel, J. C., Pkla, A., & Walker, P. (2007). Ensayos de resistencia a la compresión de bloques de tierra comprimida. *Construction and Building Materials*, 21(2), 303-309.
- Morton, T., Stevenson, F., Taylor, B., & Smith, N. C. (2005). *Construcción con ladrillos de tierra de bajo coste*. Arc Chartered Architects, Fife.
- Nava, A. C. (2013). *Tecniche di costruzione in terra cruda: Tradizione e innovazione in Italia*.
- Pacheco-Torgal, F., & Jalali, S. (2012). *Construcción en tierra: Lecciones del pasado para la futura construcción ecoeficiente*. *Construction and Building Materials*, 29, 512-519.
- Röhlen, U., Ziegert, C., & Mochel, A. (2013). *Construir con tierra cruda: Construcción, renovación, acabado* (p. 1). Éditions Le Moniteur.
- Sayed, N., Singh, S., Lakha, N., Bageshwar, S., Mandlik, A., Kohare, N., & Nirmohi, U. (2021). *Manufacturing of sand bricks using Maburzari village lake sand*.
- Shukla, A., Tiwari, G. N., & Sodha, M. S. (2009). Embodied energy analysis of adobe house. *Renewable Energy*, 34(3), 755-761.
- Sposito, S., & Scalisi, F. (2017). *Arquitectura sostenible: La eco-eficiencia construcción en tierra*. *Revista Europea de Desarrollo Sostenible*, 6(4), 246-246.
- Vitruvio, P. (1995). *De Architectura*. Colección de las Universidades de Francia. París.
- Volhard, F. (2016). *La construcción con tierra ligera*. En *Construcción con tierra ligera*. Birkhäuser.

Resumen

Durante miles de años, las comunidades indígenas de todo el mundo han utilizado la tierra cruda para construir edificaciones sostenibles, saludables y visualmente atractivas. Aunque Argelia ha adoptado esta técnica constructiva desde hace largo tiempo, persisten diversas incertidumbres sobre su futuro en el contexto argelino. Este estudio analiza la tierra cruda como material de construcción, destacando sus múltiples aplicaciones y ejemplificando su uso en proyectos específicos. Además, se evalúan las características y ventajas del empleo de la tierra cruda en la construcción, considerando las variables que pueden influir en su aplicación en Argelia y el potencial de su resurgimiento en el país.

Palabras clave

Tierra cruda, material de construcción, arquitectura de tierra cruda, construcción sostenible, Argelia

الملخص

لقد استخدمت الشعوب الأصلية في جميع أنحاء العالم الأرض الخام لإنشاء مبانٍ مستدامة وصحية وجذابة بصرياً منذ آلاف السنين. على الرغم من أن الجزائر قد تبنت هذه الطريقة في البناء لفترة طويلة، إلا أن العديد من الشكوك لا تزال قائمة حول مستقبلها في الجزائر. يحلل هذا البحث الأرض الخام كمادة بناء، مسلطاً الضوء على تطبيقاتها المتعددة وأمثلة على استخدامها في مشاريع محددة. كما يتم تقييم خصائص الأرض الخام وفوائد استخدامها في البناء، مع مراعاة المتغيرات التي قد تؤثر على استخدامها في الجزائر وإمكانية عودتها في المستقبل.

الكلمات المفتاحية

الأرض الخام، مادة بناء، هندسة الأرض الخام، المباني المستدامة، الجزائر.

Résumé

Depuis des millénaires, les peuples autochtones du monde entier utilisent la terre crue pour créer des constructions durables, saines et esthétiquement plaisantes. Bien que l'Algérie ait adopté cette méthode de construction depuis longtemps, de nombreuses incertitudes demeurent concernant son avenir sur le territoire algérien. Cette étude analyse la terre crue en tant que matériau de construction, en mettant en lumière ses multiples applications et en présentant des exemples de construction en terre crue. Les caractéristiques et avantages de son utilisation dans la construction sont également évalués, ainsi que les différentes variables pouvant influencer l'usage de l'architecture en terre crue en Algérie, ainsi que la possibilité de sa résurgence dans le pays.

Mots-clés

Terre crue, matériau de construction, architecture en terre crue, constructions durables, Algérie.

Abstract

For thousands of years, indigenous peoples around the world have used raw earth to create sustainable, healthy, and visually appealing buildings. Although Algeria has long adopted this construction method, uncertainties remain regarding its future on Algerian soil. This study analyzes raw earth as a building material, highlighting its various applications and examining examples of raw earth construction. The characteristics and benefits of using raw earth in construction are also assessed, as well as the various factors that may influence the use of raw earth architecture in Algeria and the potential for its resurgence in the country.

Keywords

Raw earth, building material, raw earth architecture, sustainable construction, Algeria.