



Construcción con Tierra

Investigación y Documentación

XI CIATTI 2014

Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos
2014.

Coordinadores: Félix Jové Sandoval, José Luis Sáinz
Guerra.

ISBN: 978-84-606-9543-1

D.L.: VA 758-2015

Impreso en España

Julio de 2015

Publicación online.

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

TRES PASOS PARA LA RECUPERACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN EL ESTADO ZULIA, VENEZUELA.

XI CIATTI 2014. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra
Cuenca de Campos, Valladolid.

Dra. Andrea Mara Henneberg de León, Arquitecta. Docente universitaria en Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

e-mail: marahenneberg@yahoo.com

PALABRAS CLAVE: arquitectura vernácula del estado Zulia, bahareque, conservación de patrimonio de la arquitectura con tierra.

1. Introducción

La diversidad de arquitectura de tierra existente en el mundo, es reflejo también de las diversas técnicas constructivas que se disponen para su construcción, siendo una de ellas la técnica del bahareque. Si bien, el bahareque es una técnica constructiva prehispánica, utilizada con variantes en varios países de América, en Venezuela fue introducida por los españoles; y ha sido usada continuamente en este país, específicamente en el estado Zulia desde el siglo XVII hasta la actualidad. Debido a tan largo periodo de uso continuo, la arquitectura construida con esta

técnica, se le puede otorgar el carácter de vernáculo. Además, varias de las edificaciones de bahareque que todavía se mantienen en pie son consideradas patrimonio nacional o regional.

En la actualidad, el bahareque ya no es utilizado en las ciudades, sino en zonas rurales para la construcción de viviendas provisionales.

Durante este período de cuatro siglos, el bahareque en el estado de Zulia fue desarrollándose de tal modo que su proceso constructivo pudo ser sistematizado a tal

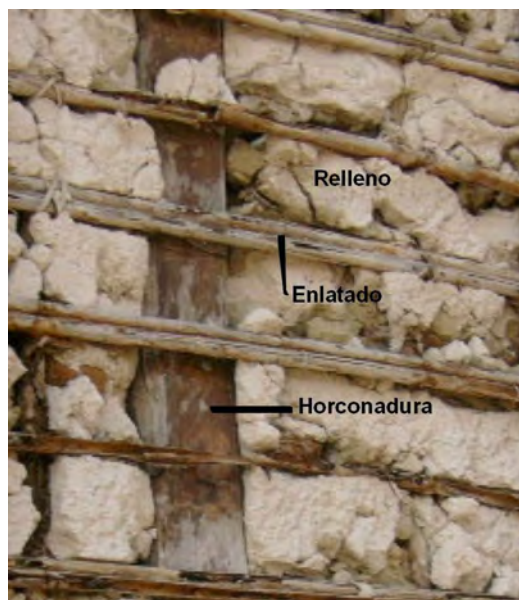


Figura 1: Partes del bahareque: horconadura, enlatado y relleno. Falta el empañetado. Fuente: Andrea Mara Henneberg de León

punto que no existen diferencias significativas en la forma de construirlo en los diferentes poblados del estado Zulia (Henneberg de Leon, 2010a). Por otra parte, el proceso de construcción fue descrito en detalle por el ingeniero Beroes en 1912 en la revista técnica del Ministerio de obras públicas

El bahareque del estado Zulia está formado por un entramado hecho con postes de madera llamado horconadura y latas horizontales de madera llamado enlatado, por un relleno de barro, piedras y otros materiales y por un recubrimiento de barro; recubrimiento llamado empañetado en Venezuela (Fig. 1).

El bahareque siempre ha sido una técnica fácil y rápida de construir, debido a que utiliza la mayoría de sus materiales entre aquellos disponibles en el entorno. Durante el proceso de construcción se utilizan pequeñas cantidades de agua, poca energía, ya que el trabajo es manual y se generan muy pocos residuos, cumpliendo así varios principios de lo que es una construcción sostenible.

Fue una técnica cuyo proceso constructivo pudo adaptarse al medio ambiente, a los materiales disponibles y a las demandas de las viviendas de cada momento.

El estado de Zulia tiene un clima húmedo y

caluroso durante todo el año, así que son difíciles de satisfacer los requerimientos ambientales en las edificaciones, pero las casas de bahareque muestran varias soluciones formales y ambientales realmente eficaces como respuesta a un clima severo.

A pesar de estas ventajas, la técnica es actualmente rechazada en favor de los materiales modernos. No hay muchas investigaciones sobre la temática y tampoco hay un conocimiento técnico de los profesionales y de los usuarios para abordar la reparación o rehabilitación de las paredes hechas de bahareque de forma certera, quedando esta técnica relegada actualmente para la construcción de viviendas rurales temporales.

2. Objetivo y metodología

Esta ponencia tiene como objetivo explicar un método para la recuperación de la arquitectura de tierra y de la técnica de bahareque del estado Zulia, y así coadyuvar en la conservación de las edificaciones construidas con esta técnica.

En los últimos años, la autora ha acometido una serie de investigaciones, las cuales pueden resumirse en un proceso metodológico de tres pasos o fases a seguir, tendientes a recuperar y dar a conocer la técnica constructiva del bahareque y la arquitectura de tierra de la región. Estos pasos son:

1er paso: Investigación de lo tradicional. Conducente a conocer y analizar las características constructivas del bahareque.

2do paso: Aplicación constructiva. Destinado a construir una pared de bahareque con materiales actuales y respetando la forma de construir tradicional.

3er: paso: Transferencia docente. Orientado a dar a conocer a estudiantes sobre la arquitectura de tierra de la región y sensibilizarlos hacia el tema.

3. Primer paso: Investigación de lo tradicional

Del 2004 al 2009 la autora realizó varias investigaciones (Henneberg de León, 2007



Figura 2: Casas urbanas hechas con manufactura tradicional en el centro de Maracaibo, estado Zulia
Fuente: Andrea Mara Henneberg de León



Figura 3: Casa rural hecha con manufactura nueva en los Dulces al oriente del estado Zulia
Fuente: Andrea Mara Henneberg de León

y 2010a) para determinar las diferentes modalidades de construir el bahareque en el estado Zulia, identificando los diferentes materiales usados y estableciendo diferencias formales y constructivas entre las diferentes modalidades de construcción. En un trabajo de campo en el cual se recorrió la mayor parte del estado Zulia, fueron visitados 22 poblados, pudiendo recoger la información de 27 edificaciones hechas de bahareque, usando para ello una herramienta para la recolección de datos diseñada para tal fin. Todos los datos recogidos fueron asentados en un cuadro comparativo, aplicando un cálculo porcentual a cada indicador, pudiendo así conocer el valor de recurrencia de cada uno.

Analizando los resultados obtenidos de acuerdo al mayor porcentaje de recurrencia se pudo determinar que existen dos modalidades de construcción: una manufactura tradicional efectuada hasta ~1970 y usada en ciudades y áreas rurales, y una manufactura nueva aplicada a partir de ~1970 hasta la actualidad y empleada solamente en las áreas rurales.

Las edificaciones con la manufactura tradicional (Fig. 2) se caracterizan por:

- emplear para los postes de madera o horconadura, maderas en escuadría de alta resistencia ante insectos y hongos.

- usar como enlatado generalmente la caña brava, aunque también se observaron el uso de las ramas de árboles de los alrededores. Estas latas o varas fueron colocadas siempre horizontalmente a intervalos regulares.

- hacer el enlatado doble, es decir, colocar latas en ambas caras de los postes de madera.

- ubicar entre los horcones varas auxiliares verticales para impedir la flexión del enlatado y el empuje lateral del relleno.

- hacer las uniones entre las varas y entre las varas y la horconadura predominantemente con bejucos naturales; en menor medida también fueron usados clavos y tiras de cuero.

- usar un relleno compuesto de barro o arena y cal con un material que proporciona volumen a la mezcla como piedras, conchas de coco y restos de tejas.

- aplicar siempre un empañetado, cuya mezcla es variable, usándose como materiales, arcilla, arena, cal o cemento.

Debido a la similitud de las características del proceso constructivo de esta manufactura tradicional en las diferentes edificaciones analizadas puede concluirse que su construcción estaba a cargo de albañiles expertos, los cuales fabricaban las edificaciones con mucho conocimiento y de alta calidad.

Las características de la manufactura nueva (Fig. 3) pueden enunciarse como sigue:

- usar cualquier tipo de madera para la horconadura sin estar éstas siempre aserradas.
- emplear para el enlatado bambú o ramas de árboles del entorno.
- modular las distancias horizontales entre las latas.
- hacer un enlatado doble.
- no colocar latas verticales entre los horcones.
- usar clavos para las uniones.
- emplear una mezcla de barro con o sin piedras para el relleno.
- no presentar empañetado.

El análisis de las edificaciones de manufactura nueva, comparándolas con las de manufactura tradicional, evidencia que no existe un proceso sistemático de cómo construir el bahareque, siendo su construcción más bien el producto de una autoconstrucción sin un conocimiento preciso de la técnica.

4. Segundo paso: Aplicación constructiva

Después de conocer detalladamente los materiales y el proceso constructivo de una pared de bahareque se procedió a demostrar la factibilidad de construir con esta técnica en la actualidad usando materiales disponibles en el mercado. Para ello la autora emprendió una investigación (Henneberg de León, 2010b) para construir una pared de bahareque, empleando materiales actuales e incluyendo en la construcción algunos de los principios de la construcción sostenible.

Algunas reglas establecidas para la

construcción de esta pared de bahare que fueron:

- construir de forma similar a la técnica constructiva tradicional,
- aumentar la durabilidad de las partes del bahareque con aditivos y otros materiales para disminuir su tendencia al deterioro.
- emplear materiales disponibles en el mercado que sean accesibles económicamente y del conocimiento popular.
- utilizar materiales reciclados y escombros para ahorrar en el consumo energético y reducir el uso de recursos.
- no producir residuos.
- consumir una mínima cantidad de agua.
- usar materiales reciclables.

Para la horconadura fue escogida una madera de alta resistencia como es el algarrobo (*Hymenaea courbaril*). Estos se colocaron en forma de L a cada 0,90 metros formando 6 secciones.

Los horcones fueron enterrados unos 60cms colocándoles sobre un bloque de concreto y recubriéndolos con concreto para fungir como una fundación.

Luego fueron impermeabilizados con una capa de aceite quemado, material reciclado.

A manera de barrera impermeabilizante se hizo una zanja de 16 cm de ancho y 2cm de profundidad entre los horcones, dentro de la cual se colocaron bolsas plásticas y se relleno del mismo concreto usado para la fundación.

Para el enlatado fueron usados listones de ceiba (*Ceiba pentandra*) de 2 cm x 2 cm. Estos listones fueron amarrados a los horcones con hebras de sisal a intervalos de 15 cm, en ambas caras.

Entre los horcones fueron amarrados listones verticales al enlatado horizontal para evitar el empuje lateral del relleno (Fig. 4).

Este enlatado fue también impermeabilizado



Figura 4: Enlatado doble amarrado a los horcones y relleno con escombros de bloques de cemento mezclados con barro
Fuente: Andrea Mara Henneberg de León

con aceite quemado.

Para el relleno fueron probados dos tipos de mezclas de barro con aditivos, para poder establecer a lo largo del tiempo, cuál de las dos mezclas es la más durable.

Con base en varias investigaciones de mezclas de barro hechas en diferentes países como las realizadas por Díaz y col. (1986), Doat y col. (1990), Navarro (1995), Hays y Matuk (2003) y Minke (2005), se decidió agregar a la mezcla 10 % de cemento (mezcla relleno 1) y a la otra mezcla 5% de cal y 5% de cemento (mezcla relleno 2).

El barro fue preparado con una arcilla (vermiculita) proveniente de un saque en Maracaibo, estado Zulia, mezclando un 20 % de arcilla con 80% de arena. Este barro fue mezclado entonces con cemento y cal en las proporciones antes mencionadas, y fue colocado junto con escombros de bloques de arcilla y de cemento (material reciclado) entre el enlatado (Fig. 4).

Para el empañetado se realizaron dos capas: una capa de base y otra de acabado final. Para el empañetado base fue utilizada la misma mezcla del relleno. Este empañetado base fue dejado con un acabado rugoso para mejorar la adherencia con el empañetado final, dejándose secar por 42 días.

Para el empañetado final fueron hechas también dos mezclas: una con barro, cemento

y cal, y otra con barro y cal,

El empañetado 1 (con cemento y cal) fue colocado sobre el relleno 1, el cual tenía cemento en su mezcla. El empañetado 2 (con cal) fue colocado en los paneles que tenían el relleno 2, el cual tenía cemento y cal.

El empañetado final fue aplicado con un grosor de 2 centímetros y fue allanado con una llana hasta obtener una textura lisa.

Como enlucido se preparó una mezcla con cal seca y agua la cual se aplicó a la pared.

La construcción de esta pared demuestra que actualmente se puede construir y rehabilitar la técnica de bahareque usando materiales disponibles en el mercado, materiales reciclados y residuos, respetando así la técnica tradicional y considerando varios de los criterios de una construcción sostenible.

5. Tercer paso: Transferencia docente

Los resultados obtenidos en las investigaciones sobre las características del bahareque y la factibilidad de construir y rehabilitar la arquitectura vernácula de tierra hecha con la técnica del bahareque en el estado Zulia, proporcionaron la información necesaria para la fundamentación teórica y práctica para realizar una transferencia docente.

Para ello se hicieron en los últimos años varias acciones con el fin de lograr incluir estos conocimientos nuevos en asignaturas del Programa de Arquitectura. La información sobre las características de la técnica del bahareque, la importancia de la arquitectura vernácula y las posibilidades y potencial del bahareque como técnica constructiva a ser aplicada en la arquitectura actual, pudieron ser incluidas en los programas de dos asignaturas de pregrado y una de posgrado de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Zulia: También las características de las construcciones de tierra y su patología fueron incorporadas en una asignatura del Doctorado en Arquitectura de la misma facultad. Estas asignaturas son:

- a) Asignatura del *Programa de Arquitectura* llamada **Tecnología aplicada a la arquitectura**, en la cual la asignación final consistió en el diseño y la construcción de un modelo experimental de una pared o de



Figura 5: Propuesta de estudiante Giselle Luzardo de una pared de bahareque rellena con botellas de plásticos
Fuente: Giselle Luzardo



Figura 8: Propuesta del maestrante Carlos García de una pared de bahareque hecha con bambú y relleno con restos de poli-estireno expandido y barro
Fuente: Carlos García.

VIVIENDA DE TAPIA Y BAHAREQUE

ALUMNO: LUIS BRACHO
C.I. 22 198 268
ASIGNATURA: VERNÁCULA
PROFESOR: MARA

PLANTA 1

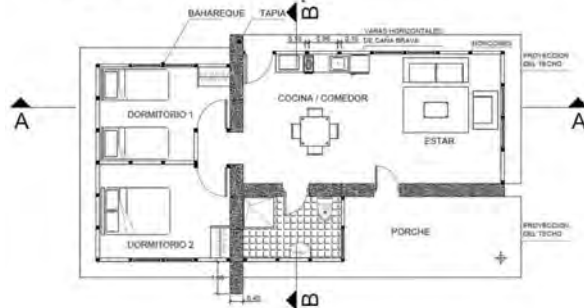


Figura 6: Propuesta de un vivienda de tapia con bahareque del estudiante Luis Bracho del 6 semestre
Fuente: Luis Bracho

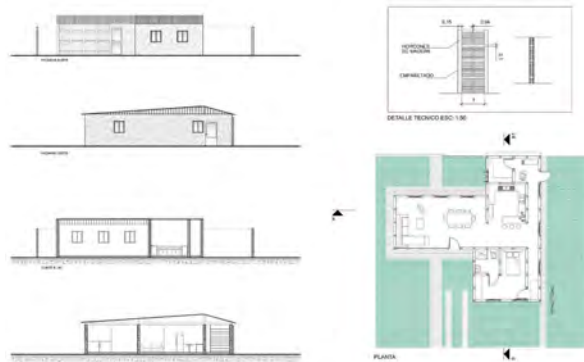


Figura 7: Propuesta de un vivienda de bahareque de la estudiante María Paola González del quinto semestre
Fuente: María Paola González

un recubrimiento para fachadas usando materiales de desechos.

Una de las propuestas fue una pared usando botellas plástico rellenas de residuos no biodegradables colocadas entre postes de madera y cubiertas de barro (Fig 5).

b) Asignatura electiva del Programa de Arquitectura titulada: **Arquitectura vernácula de tierra**. Sus objetivos son desarrollar en los estudiantes el conocimiento e interés sobre la arquitectura

de tierra, a partir de fundamentos teóricos y prácticos sobre las propiedades y características del material tierra y explicar diversas técnicas constructivas que usan la tierra, a fin de lograr que el alumno adquiera la capacidad de abordar y resolver la construcción y el diseño de un hecho arquitectónico con dicho material.

La asignación final de esta asignatura, que empezó a dictarse en febrero del 2014, fue el de diseñar una vivienda contemporánea con una de las técnicas constructivas de tierra usadas en la arquitectura vernácula

de Venezuela como son la tapia, el adobe y el bahareque.

Hubo varias propuestas muy interesantes sobre la aplicación del bahareque en un diseño contemporáneo de vivienda, pudiendo observarse dos de ellas en las figuras 6 y 7. (Figs. 6 y 7).

c) Asignatura: **Materiales sostenibles** de la *Maestría de Diseño ambiental*. Su objetivo es instruir a los participantes sobre los diferentes tipos de materiales que se consideran sostenibles, sus características y propiedades, para así poder proponer un material que sea sostenible y que pueda ser utilizado como pared o recubrimiento.

Una de las propuestas fue una pared de bahareque, hecho con un entramado de postes y latas de bambú, usando un relleno con barro y residuos de poli-estireno expandido (Fig. 8). Esta propuesta está siendo desarrollada como tesis de grado para la Maestría de Diseño ambiental de la misma facultad.

6. Reflexiones finales

La metodología mostrada aunque no pretende ser una fórmula para todos los casos, si puede servir como guía para casos semejantes.

Los pasos explicados en esta ponencia partiendo de una problemática real, recorriendo por varias investigaciones y finalizando con la transferencia docente, dan respuesta a dos asuntos importantes; a saber:

Primero, es un modo de proceder para relacionar la producción de conocimiento

nuevo con su difusión, que en el caso particular de esta ponencia consistió no solo en transmitir el conocimiento sobre la arquitectura de tierra de la región sino también las posibles soluciones para su rehabilitación. Trasladando así el interés sobre la arquitectura vernácula hacia las aulas universitarias.

En la Universidad del Zulia no todos los docentes investigan y aquellos que si lo hacen no siempre sus temáticas de las investigaciones tienen relación directa con los contenidos de las asignaturas que dictan. En la mayoría de los casos existe una discrepancia entre las investigaciones y las asignaturas. Por lo que el poder transferir el resultado de las investigaciones en asignaturas de pregrado y posgrado, puede considerarse un gran logro hacia la simbiosis investigación-docencia, dos pilares de cualquier universidad.

Y segundo, el estudio y el conocimiento de la arquitectura vernácula del estado de Zulia, permite valorar la tierra como material constructivo y considerar aplicar la técnica constructiva del bahareque en edificaciones contemporáneas, teniendo además esta construcción un carácter sostenible.

Las asignaturas impartidas en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Zulia sobre la arquitectura vernácula y el bahareque produjeron propuestas interesantes hechas por los estudiantes, logrando que los mismos no solo adquirieran conocimientos sobre su patrimonio cultural sino tomaran conciencia sobre la arquitectura de tierra, su valor y sus posibilidades para la arquitectura actual.

Bibliografía

BEROES, Aurelio. "Memorias y estudios sobre asuntos técnicos nacionales. Las construcciones de bahareque". *Revista Técnica del Ministerio de Obras Públicas*, N° 19, julio de 1912. Venezuela.

DÍAZ, J., GUINEA, M., ROHMER, E. y SALAS, J. "Primeros resultados del trabajo de investigación sobre la tierra como material de construcción en el IETcc". En *Informes de la Construcción*. Vol. 37, n° 377. 5 -21. Madrid, 1986. España.

- DOAT, P., HAYS, A., HOUBEN, H., MATUK, S. y VITOUX, F. del grupo CRATerre. *Construir con tierra*. Tomos I y II. Fondo Rotatorio Editorial. Bogotá, 1990. Colombia.
- HAYS, A. y MATUK, S.. "Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificación con técnicas mixtas de construcción con tierra ". En *Técnicas Mixtas de Construcción con Tierra*. (pp. 121 – 350). PROTERRA - PROYECTO XIV. 6. HABYTED Subprograma XIV - Tecnología para Viviendas de Interés Social. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Archivo virtual en CD. 2003
- HENNEBERG DE LEÓN, Andrea. "Invariantes y variantes del bahareque en el Estado Zulia". *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*. Vol. 30, N° 3, Diciembre 2007. Págs. 284-294. Maracaibo, 2007. Venezuela.
- HENNEBERG DE LEÓN, Andrea. *Paredes de bahareque en el estado de Zulia, Venezuela Un estudio para una rehabilitación sostenible*. Tesis Doctoral inédita. Universidad del Zulia, Maracaibo, 2010a. Venezuela
- HENNEBERG DE LEÓN, Andrea. "Prototipo de bahareque de pared. Aproximación hacia una construcción sostenible". *Tecnología y construcción* 26-II. Págs. 45-54. Caracas, 2010b. Venezuela.
- MINKE, Gernot. *Manual de construcción en tierra*. Segunda edición. Editorial Fin de Siglo. 2005. Uruguay.
- NAVARRO, N. *Estabilización de suelos*. Charla en el I Curso Internacional "Diseño y Construcción con Tierra" dictado en Mérida, Venezuela. CYTED Red XIV.a- Habiterra. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. 1995.