



EVALUACIÓN ESTRUCTURAL E IMPLICACIONES PATRIMONIALES DE TRES TIPOS DE MUROS DE BAHAREQUE

Jayeth Z. Bernal Franco

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Tunja, Colombia

Resumen

Actualmente, el estudio del sistema constructivo con la técnica del bahareque no recibe mucha atención, el desconocimiento de esta técnica en el campo de la ingeniería es evidente aun cuando la historia ha demostrado que este tipo de estructuras presentan un nivel de sismo-resistencia que les ha permitido mantenerse durante más de un siglo en pie en zonas de amenaza sísmica alta. Estas técnicas transmitidas a través de una sabiduría tradicional han sido modificadas con materiales modernos logrando un nivel constructivo que cumple con las especificaciones de las normas Colombianas para la construcción de viviendas de uno y dos pisos, no obstante, viviendas patrimoniales conservan la estructura tradicional donde la guadua o madera, elementos conectores y relleno de tierra trabajan en conjunto ante solicitaciones de propias de una estructura, es por esto que el desarrollo de la investigación busca identificar el comportamiento estructural de muros de Bahareque aportando al desarrollo de la técnica como la difusión y conservación del sistema tradicional. Las memorias expuestas hacen parte de un avance del proyecto de investigación desarrollado en la UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA.

Palabras clave: conservación de estructuras patrimoniales; materiales de construcción; bahareque

Abstract

Currently, the study of the constructive system with the Bahareque technique gets little attention, the lack of knowledge of this technique in the field of engineering even though history has shown that these structures have a degree of earthquake resistance that has

allowed for more than one century, still be standing in areas of high seismic. These techniques transmitted through traditional knowledge have been modified with modern materials, these techniques achieved a constructive level that complies with the specifications of the Colombian standards for the construction of one and two storey houses. However, heritage homes retain traditional structure in which the bamboo or wood, bolts and Earth filling work together to stress within a structure, for this reason, the Research evaluates the structural behaviour of Bahareque, contributing to the development of the technique as the diffusion and preservation of the traditional system. The exposed memoirs do part of an advance of the research project developed in the UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA.

Keywords: conservation of hereditary structures; building materials; bahareque

1. Introducción

Un sistema constructivo es un conjunto de elementos, materiales, técnicas y procedimientos que son característicos para un tipo específico de edificación, siendo éste eficiente al aprovechar las propiedades de cada elemento como de su conjunto con el fin de resistir esfuerzos producidos por las diferentes cargas estáticas y dinámicas a las que se encuentra sometido.

Los sistemas constructivos tradicionales desarrollados en la historia de Colombia vienen principalmente marcados por su cultura, topografía, clima y vegetación desarrollando distintas tipologías constructivas en cada región, así como modificaciones en los sistemas por la presencia de los sismos. Estos sistemas tradicionales están incorporados en la categoría paisajes naturales resaltando su importancia y conservación por parte del comité de Patrimonio Mundial con el fin de identificar y legar a las generaciones futuras paisajes culturales de valor universal excepcional. (Robledo, 2006)

El bahareque, técnica tradicional de la zona andina, consiste en una estructura continua de muros cargueros de entramados estructurales en madera o guadua, apoyados sobre las soleras y arriostrados superior e inferiormente por vigas de amarre. Esta técnica constructiva ha sido modificada presentando variantes las cuales son propias de cada región, la diferencia entre ellas radica principalmente en el entramado, en la forma de colocar el relleno, los materiales usados tanto para el entramado como para el relleno y la combinación con otros sistemas.

2. Sistema constructivo Bahareque

El bahareque consiste en un esqueleto o entramado hecho de madera o guadua que se rellena con tierra, se remonta a la época prehispánica y nace como un modo de construir hecho por la propia comunidad. Entre las propiedades del sistema constructivo bahareque se destacan a diferencia de otros sistemas, un mejor comportamiento ante sismos, aislamiento térmico y acústico, ligereza estructural lo que da lugar a una

reducción de peso, e implementación de materiales del medio, además, uno de sus tipos está reglamentado en la norma de construcción sismoresistente NRS10.

3. Tipología del Bahareque

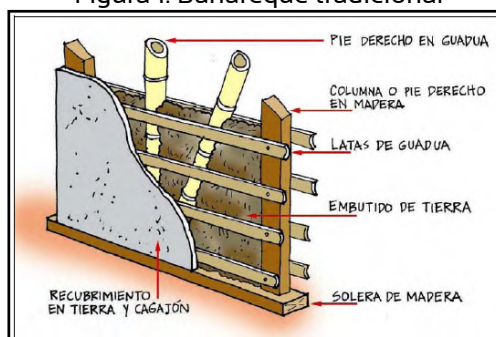
La palabra Bahareque significa “construcción de cañas y tierra” (Silva y López, 2000). Es un sistema constructivo vernáculo encontrado en edificaciones alrededor del mundo, presenta algunas variantes dependiendo la aplicación de materiales locales y la tradición constructiva de cada región. Conformado por un entramado que es la base del sistema y una serie de elementos verticales llamados pies derechos en algunos casos arriostrados por varas transversales formando en conjunto un marco estructural. (Giraldo, et al. 2014). Este tipo de estructura se utiliza ampliamente, debido principalmente a la reducción del costo de su construcción gracias a la facilidad de acceso a los materiales contenidos en el mismo.

En el presente trabajo se describen tres tipologías: Bahareque tradicional, Bahareque encementado y Bahareque tradicional modificado

3.1. Bahareque Tradicional

El Bahareque tradicional es una técnica constructiva compuesta por un entramado el cual se rellena con tierra, aunque los rellenos pueden ser con materiales diversos se puede generalizar una mezcla de tierra al ser procesada con agua y paja. Es una construcción tipo encofrado muy usada en varios países de América como Colombia, Costa Rica, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua, y Venezuela (Henneberg, 2005). Los materiales empleados en la construcción del bahareque tradicional como son la madera, las varas, la piedra, la arcilla y la arena, son materiales que provienen del entorno, razón por la cual el tipo de material utilizado varía según la región en la que se construye el sistema. El proceso específico de cómo construir el bahareque fue transmitido a través de una sabiduría tradicional y es una fusión de elementos aportados por los indígenas.

Figura 1. Bahareque tradicional

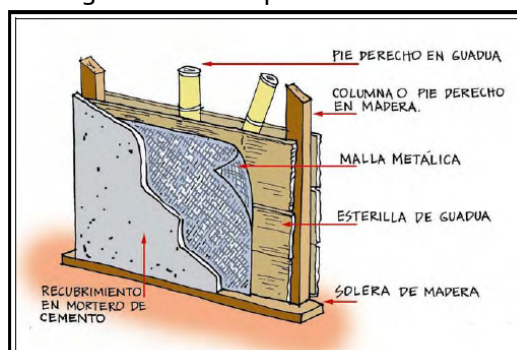


Fuente: Manual de Rehabilitación de viviendas de Bahareque tradicionales – AIS 2002

3.2. Bahareque encementado

Con la aparición de nuevos materiales de construcción se comienza a dar una optimización del sistema creando así el Bahareque contemporáneo, legalmente amparado por la norma sismoresistente de construcción en Colombia NSR- 10, capítulo E - 7. Conformado por una serie de requisitos mínimos que garantizan un sistema con capacidad de construcción en cualquier zona independientemente de su grado de amenaza sísmica (AIS, 202). Se basa en la fabricación de paredes construidas con un esqueleto de madera o guadua recubierto con un revoque de mortero de cemento aplicado sobre malla electrosoldada clavada sobre esterilla de guadua.

Figura 2. Bahareque encementado



Fuente: Manual de Rehabilitación de viviendas de Bahareque tradicionales – AIS 2002

3.3. Bahareque tradicional modificado con fibras

Conformado por elementos constructivos primarios similares a los anteriores a diferencia del compuesto del relleno tradicional ya que se adicionan fibras naturales que aumentan la resistencia mecánica del sistema. Entre las propiedades que hacen atractivas las fibras naturales, destacan su elevada rigidez, resistencia a impacto y flexibilidad específicos.

4. Referente estudios del comportamiento sísmico de muros de bahareque

El desarrollo de la investigación busca identificar el comportamiento estructural de muros de Bahareque e implementar un material de relleno que cumpla con las características propias del Bahareque tradicional. Se hace referencia a las investigaciones realizadas en los últimos años los cuales producen un conocimiento validado del comportamiento de este sistema constructivo, con el fin de ser utilizado para propósitos de evaluación, conservación y mejoramiento del desempeño de los muros.

4.1. Comportamiento sismoresistente de estructuras de Bahareque (SILVA Y LÓPEZ, 2000)

El proyecto de investigación realizado en Manizales - Colombia, donde se ensayaron tres tipologías de entramado para el sistema de Bahareque encementado. Nombrados:

Sistema constructivo en bahareque prefabricado, Sistema normalizado en guadua y madera y Sistema de vivienda rural en guadua.

Los resultados arrojados en cuanto a resistencia estructural validaron que los paneles del sistema normalizado en guadua y madera fueron los más resistentes, debido principalmente a las uniones ya que garantizan un buen acople entre elementos permitiendo trabajar al sistema en conjunto.

4.2. Comportamiento estructural de muros de bahareque bajo cargas cíclicas (GONZÁLEZ Y GUTIÉRREZ, 2005)

El proyecto de investigación realizado en Costa Rica donde se ensayaron siete muros de bahareque encementado basados en técnicas propias de la región. En el comportamiento de los muros de bahareque sometidos a cargas cíclicas se observaron tres fases en la aplicación de la carga, fase inicial de rigidez inicial muy baja, segunda fase donde la rigidez aumenta debido a la resistencia del muro y la tercera fase que corresponde a la descarga y muestra de una rigidez elástica. Después de alcanzar la carga máxima, el muro pierde su capacidad con el aumento del nivel de desplazamiento. (Giraldo, et al. 2014)

5. Conclusiones

Aunque el interés por el estudio del sistema constructivo de Bahareque se ha visto reflejado en proyectos de investigación tanto en Colombia como en América Latina, aún hace falta profundizar en el desarrollo de una investigación que potencie las posibilidades y resalte las ventajas y desventajas estructurales del sistema tradicional.

6. Referencias

- Asociación Colombiana de ingeniería sísmica (AIS). Manual de evaluación, rehabilitación y refuerzo de viviendas de Bahareque tradicionales construidas con anterioridad a la vigencia del decreto 052 de 2002
- Correa V., Queiros M., Ordoñez V., López L., Méndez E., Zapata J. (2014), "El Bahareque, un sistema constructivo sismoresistente y sustentable para soluciones de vivienda social en México", Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural
- González G., y Gutiérrez J. (2005), "Structural performance of bamboo 'bahareque' walls under cyclic load", J. Bamboo and Rattan, Vol. 4, No. 4, pp. 353-368.
- Henneberg-De León (2005), "La técnica constructiva del Bahareque en el estado Zulia, estudio comparativo" Universidad Rafael Urdaneta
- Henneberg-De León Andrea Mara y Briceño Daisy (2015), "Testing Stabilized Mud Mixtures for Filling and Plastering of Bahareque Walls", Universidad del Zulia, Venezuela

- Muñoz Robledo, J.F. (2006), Tipificación de los Sistemas Constructivos Patrimoniales de "Bahareque" en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Silva M.F., y López L.F. (2000), "Comportamiento sismo-resistente de estructuras en bahareque", Universidad Nacional de Colombia, 139 pp.

Sobre los autores

- **Jayeth Z. Bernal Franco:** Estudiante de Ingeniería civil de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Coordinadora estudiantil semillero de investigación Facultad de Ingeniería, Socio estudiantil Sociedad Colombiana de Ingenieros. Jayeth.bernal@uptc.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)