



Septiembre 2018 - ISSN: 1988-7833

## **EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES DE BAMBÚ EN EL NOROESTE DE ECUADOR: CONDICIONES DESPUÉS DE TERREMOTO Y PERCEPCIONES DE LOS USUARIOS**

**Cordero Raúl<sup>1</sup>,  
Juca Freire Natalia<sup>2</sup>**

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Cordero Raúl y Juca Freire Natalia (2018): "Evaluación de edificaciones de bambú en el noroeste de Ecuador: Condiciones después de terremoto y percepciones de los usuarios", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (septiembre 2018). En línea: <https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/09/edificaciones-bambu-ecuador.html>

### **RESUMEN**

En 2016, un terremoto de magnitud 7.8 (en la escala de Richter) afectó gravemente la región noroeste de la costa del Ecuador. Esta tragedia ha dejado al descubierto la mala calidad de construcción en esta zona del país y evidenció que las edificaciones con mayor resistencia al terremoto fueron aquellas ubicadas en las zonas rurales, hechas de bambú, madera y otros materiales locales. Sin embargo, las construcciones de bambú que no están relacionadas con el turismo generalmente están asociadas con la pobreza, pese a que varios estudios lo ubican como un material sostenible. Esta situación se debe a la falta de soluciones ofrecidas por los profesionales en el campo del diseño y la construcción en esta región, quienes han mostrado poco interés por estudiar este tipo de edificaciones y desarrollar nuevas estrategias para adaptarlas a las necesidades y expectativas de los usuarios, sobre todo los usuarios de bajos recursos. El objetivo de este estudio es identificar los beneficios y desventajas de las viviendas de bambú para discutir el potencial del bambú como material de construcción sostenible para las regiones costeras ecuatorianas.

### **PALABRAS CLAVE:**

Edificaciones de bambú \_ evaluación de edificaciones \_ sustentabilidad \_ resistencia sísmica \_ confort \_ percepción

### **CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN JEL**

Y9 Otros, Y90 Otros

<sup>1</sup> Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador. Arquitecto e investigador. [raul.cordero@ucuecna.edu.ec](mailto:raul.cordero@ucuecna.edu.ec)

<sup>2</sup> Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador. Asistente de investigación. [natalia.jucaf@ucuenca.ec](mailto:natalia.jucaf@ucuenca.ec)

## **ABSTRACT**

In 2016, an earthquake of magnitude 7.8 (on the Richter scale) severely affected the northwest region of the coast of Ecuador. This tragedy has exposed the poor quality of construction in this area of the country and showed that the buildings with greater resistance to the earthquake were those located in rural areas, made of bamboo, wood and other local materials. However, bamboo constructions that are not related to tourism are generally associated with poverty, despite the fact that several studies place it as a sustainable material. This situation is due to the lack of solutions offered by professionals in the field of design and construction in this region, who have shown little interest in studying this type of buildings and develop new strategies to adapt them to the needs and expectations of users , especially low-income users. The objective of this study is to identify the benefits and disadvantages of bamboo housing to discuss the potential of bamboo as a sustainable building material for Ecuador's coastal regions.

## **KEYWORDS:**

Bamboo buildings\_ building assessment\_ sustainability\_ seismic resistance\_ comfort\_ perception

## 1. INTRODUCCIÓN:

Ecuador es un país ubicado en zona sísmica, y varios terremotos han afectado su territorio a través de los años. En 2016, las costas septentrionales del país se vieron afectadas por un terremoto cuya magnitud fue de 7,8 (según la escala de Richter) y dejó 670 muertos, 6300 heridos y aproximadamente 30000 personas sin casa (Yépez & Yépez, 2017). Este desastre tiene un mensaje claro: Ecuador necesita mejorar la calidad de su edificio y buscar soluciones para construir entornos más seguros. Encontrar soluciones es un desafío ya que Ecuador es un país emergente que no cuenta con suficientes recursos económicos para implementar costosas tecnologías para sus habitantes. Según Yépez & Yépez (2017), una encuesta del área afectada demostró que la mayoría de edificios destruidos y afectados fueron construidos con concreto reforzado. Se evidenció otra situación: los edificios que en su mayoría resistieron el terremoto fueron aquellos hechos de bambú, conocido localmente como "caña guadua". De acuerdo a Zea-Escamilla y Habert (2014), la caña guadua o *Guadua angustifolia Kunth* es una de las principales especies de bambú en países latinoamericanos como Ecuador.

Entonces existen dos escenarios, el primero en el que las construcciones con materiales como acero, bloques y hormigón reflejan deficiencias estructurales; usualmente no cumplen con las normas de seguridad de construcción recopiladas en las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC), por lo cual son incapaces de resistir sismos (De Diego, 2018); y cuyos materiales no necesariamente responden a las condiciones locales ambientales y culturales. El segundo escenario se trata de construcciones con materiales locales como la caña guadua y madera, mezclados con materiales industriales como el zinc que poco a poco son reemplazadas y olvidadas. El primer escenario se presenta con más fuerza en las zonas urbanas, mientras que, el segundo en las zonas rurales como viviendas de personas de bajos recursos. Además, se debe asumir que los materiales locales como la caña guadua en Ecuador también son aprovechados para la construcción de estructuras con fines turísticos como hosterías que no necesariamente están relacionadas a grupos de bajos recursos.

En este contexto, la solución habitual para pequeñas familias se debate entre el uso de materiales locales como el bambú y los materiales convencionales como concreto, metal y otros, que pese a que su costo es mayor al del bambú son preferidos por la mayoría de la población, especialmente urbana. Esta preferencia está relacionada con aspectos culturales. En Ecuador, las áreas rurales están asociadas con la población pobre, y la mayoría de los edificios de bambú se encuentran en las regiones costeras rurales. Según Flander y Rovers (2009), "parece que hay una tendencia subconsciente rechaza el bambú como material de construcción como algo asociado a la pobreza, la marginación y el estado de la clase baja" (Flander y Rovers, 2009: 2). Los autores también afirman que, cuando hay mejores condiciones económicas, los pobladores quieren viviendas diferentes, más atractivas para su visión de la modernización y la riqueza. El bambú no es parte de este punto de vista, y recuerda la pobreza.

Luego del terremoto que dejó sin vivienda a miles de personas, la gente y el gobierno han construido casas con tecnologías constructivas y materiales que no funcionaron, incluso después de las consecuencias del último terremoto. Según reportes oficiales del Gobierno Nacional, a través de su proyecto *ReconstruYoEcuador* ha planificado la entrega de 45.455 viviendas a los damnificados: 4.341 en terreno urbanizado por el estado, 22.154 en terreno propio, 18.945 en reparación de viviendas y 15 para compras de vivienda hasta \$70.000. Los últimos reportes oficiales indican que se han construido y entregado alrededor de 20000 casas. No obstante, antes de construir se debería encontrar el modo de que se evite otra catástrofe; es necesario proponer soluciones de construcción que sean más sostenibles y resistentes. Cabe recalcar que Ecuador es un país con una diversidad climática repartida en cuatro regiones climáticas: Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos; cada región tiene diferentes realidades y necesidades. Sin embargo, en las últimas décadas la mayoría de construcciones de vivienda se basan en un mismo tipo para cada región ecuatoriana, como resultado, no todos

los edificios responden a las condiciones climáticas y locales, dificultando alcanzar un confort ambiental interior y promoviendo el uso de energía adicional; además, rompiendo con el paisaje cultural de cada región.

Como consecuencia, existe la necesidad de promover la construcción de edificaciones locales con principios tradicionales que ofrezcan un mejor equilibrio entre los costos de ahorro de energía, comodidad y economía. Hay mucho por aprender de la arquitectura tradicional de cada región. Según Oliver (2017), "en los edificios vernáculos que han sido construidos para satisfacer una necesidad específica podemos ver décadas o hasta siglos de evolución de estructuras que han sido modificadas y ajustadas en forma y detalles hasta que satisficieron las demandas puestas sobre ellas" (p. 13). El uso del bambú es una de las características principales de las edificaciones tradicionales de la costa ecuatoriana, por lo que su estudio podría ayudar en la comprensión de sus ventajas y desventajas como una solución para suplir las necesidades inmobiliarias de las regiones costeras de Ecuador.

Muchos autores ya han reconocido el bambú como un recurso sostenible. Correal (2016) afirma que "las características sostenibles clave de bambú, tales como tener una tasa de crecimiento rápido, siendo blanco renovable y biodegradable, así como, el beneficio de la captura de carbono, hacen de este material un excelente candidato para el diseño de edificios y construcciones sostenibles" (p.428). Sin embargo, los estudios sobre el bambú en Ecuador se centran en su capacidad estructural, estrategias de refuerzo e impactos ambientales. Es vital evaluar los edificios de bambú existentes para identificar sus factores de éxito y sus deficiencias, no sólo en cuanto a su comportamiento estructural, sino también a su capacidad para ofrecer comodidad; su influencia en los usuarios y sus implicaciones culturales. Además, el pasado terremoto es una oportunidad para discutir el comportamiento sísmico de edificios de bambú en situaciones reales y no solo de simulaciones en laboratorio.

El uso de bambú es más sostenible que otros materiales industrializados y como afirma Flanders & Rovers (2009), la única posibilidad de evitar el cambio masivo de comunidades hacia el uso de materiales no sostenibles es proponer nuevas formas de construir con materiales sostenibles con las mismas propiedades que estos individuos buscan. En este contexto, este trabajo tiene como objetivo evaluar viviendas de bambú desde diferentes perspectivas: tipologías arquitectónicas, implicaciones sociales de los usuarios y el estado estructural luego del terremoto. La evaluación permitirá comprender los beneficios y desventajas del uso de bambú como material de construcción.

## **2. METODOLOGÍA:**

Esta investigación, de tipo cualitativa, se basó en la observación sistemática y en encuestas de entrevista personal. Estas herramientas se usaron para comprender la relación entre los edificios de bambú y los usuarios, y se recopilaron datos a través de fichas técnicas.

El área de estudio se centra en dos provincias ubicadas en las costas de Ecuador: Guayas y Manabí. Manabí fue una de las regiones más afectadas por el terremoto. La información fue recolectada en septiembre de 2016, seis meses después del terremoto. En este momento, muchas de las edificaciones afectadas no se habían reconstruido aún, por lo que fue posible también observar las diferencias entre los edificios de bambú y otros tipos de edificios.

Se eligieron 20 edificaciones para este estudio, las cuales fueron seleccionadas aleatoriamente considerando los siguientes criterios:

- Accesibilidad
- Colaboración de los usuarios
- Variabilidad de las tipologías arquitectónicas
- Que la materialidad de las edificaciones fuese principalmente caña guadua

Se reconoce que la muestra tiene ciertas limitaciones, pues las zonas estudiadas no cuentan con un registro del tipo viviendas que se incluyen en este estudio, que permita tener una clara visión del universo de casos. En la siguiente figura se pueden ver ejemplos de las edificaciones elegidas para este estudio.



Figura 1. Ejemplos de viviendas de bambú estudiadas

El análisis intenta dar a conocer de una manera general las condiciones de la edificación y las percepciones de los usuarios que habitan en ella, tomando en cuenta aspectos como: datos generales de la edificación (superficie, uso, número de habitaciones, entre otros); aspectos estructurales, su materialidad y condiciones post sismo; confort (climático, lumínico, auditivo y salubre) en base a los testimonios de los mismos usuarios; percepción de la estética interior y exterior, lo cual es un indicador del nivel de satisfacción cultural que tienen las personas que habitan las edificaciones de bambú y que es uno de los mayores obstáculos que afronta la persistencia de estas construcciones.

Los datos se recopilaron como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Categorías de estudio y métodos de evaluación

Categorías de estudio	Método de evaluación
1. Datos generales del edificio	Observación sistemática
2. Aspectos estructurales	Observación sistemática
3. Estado después del terremoto	Observación sistemática
4. Ahorro de energía, evaluación ambiental	Observación sistemática y entrevista
5. Percepción de la gente	Encuesta y entrevista

Finalmente, el análisis de datos se desarrolló mediante estadística descriptiva. El proceso y los resultados se visualizan en las tablas que se muestran a continuación:

Tabla 2. Análisis de los resultados generales de datos de construcción

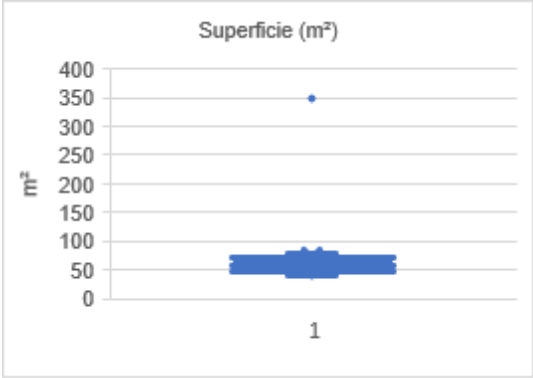
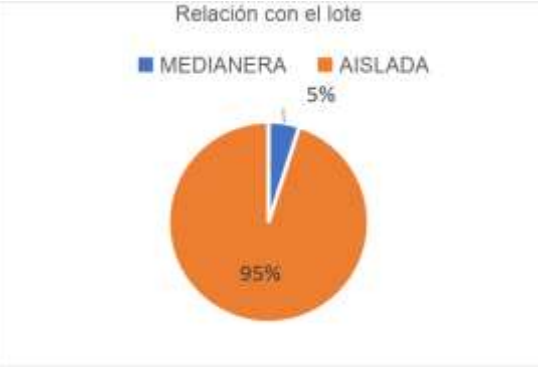
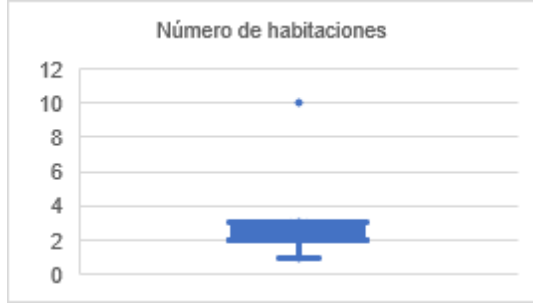

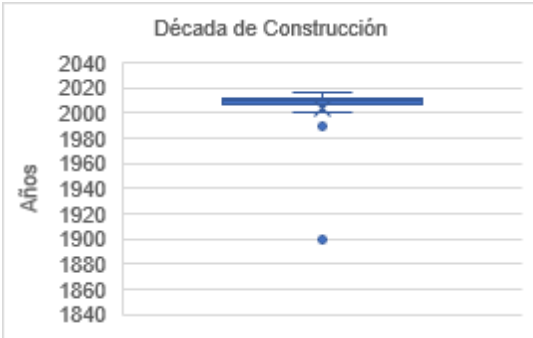

<p>Superficie: Promedio = 71, 75m<sup>2</sup></p> 	<p>Porcentaje de edificaciones aisladas y edificaciones medianeras</p> 
<p>Promedio= 2,55</p> 	<p>Promedio= 1,05</p> 
<p>La mayoría de casas han sido construidas en la última década.</p> 	<p>Porcentaje de usos de las construcciones de caña</p> 

Tabla 3. Análisis de aspectos constructivos

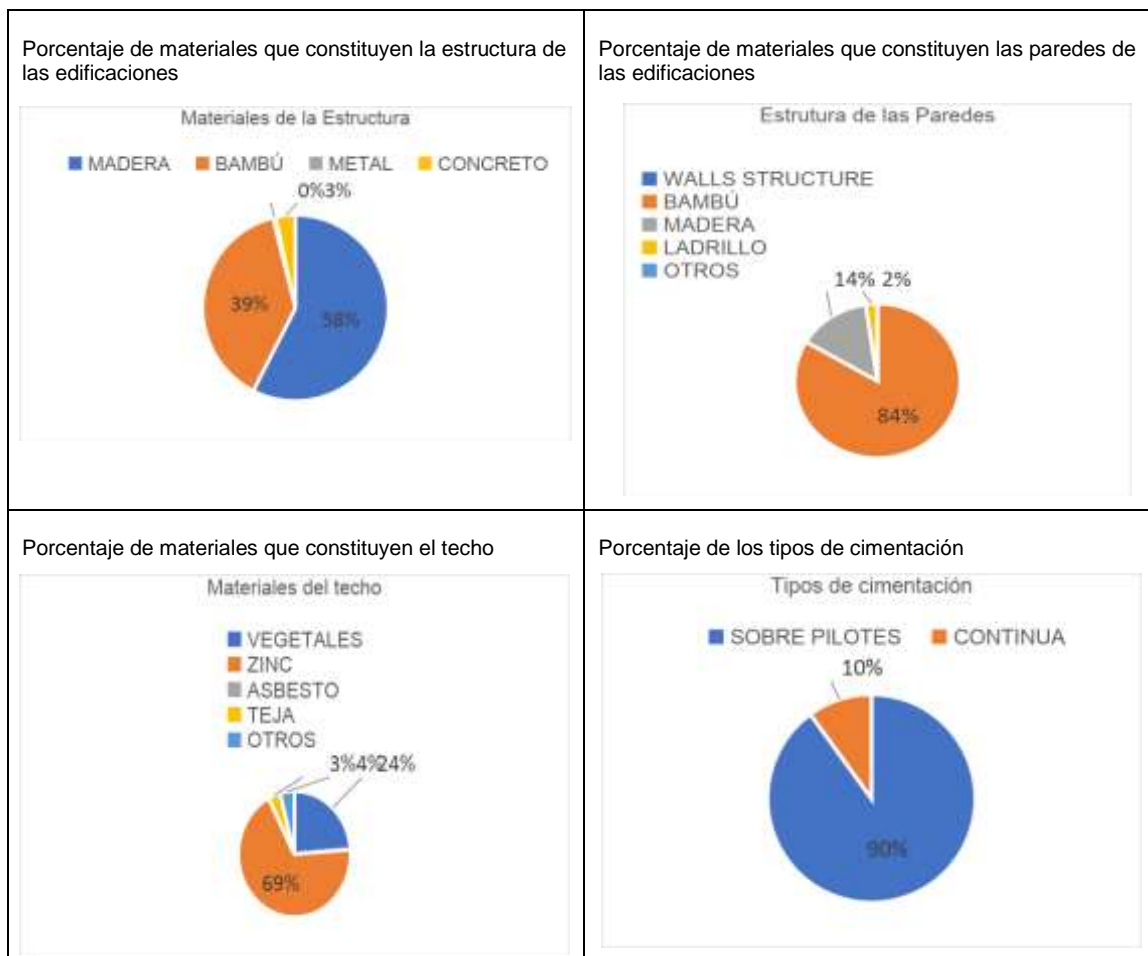


Tabla 4. Análisis del estado de las edificaciones luego del terremoto

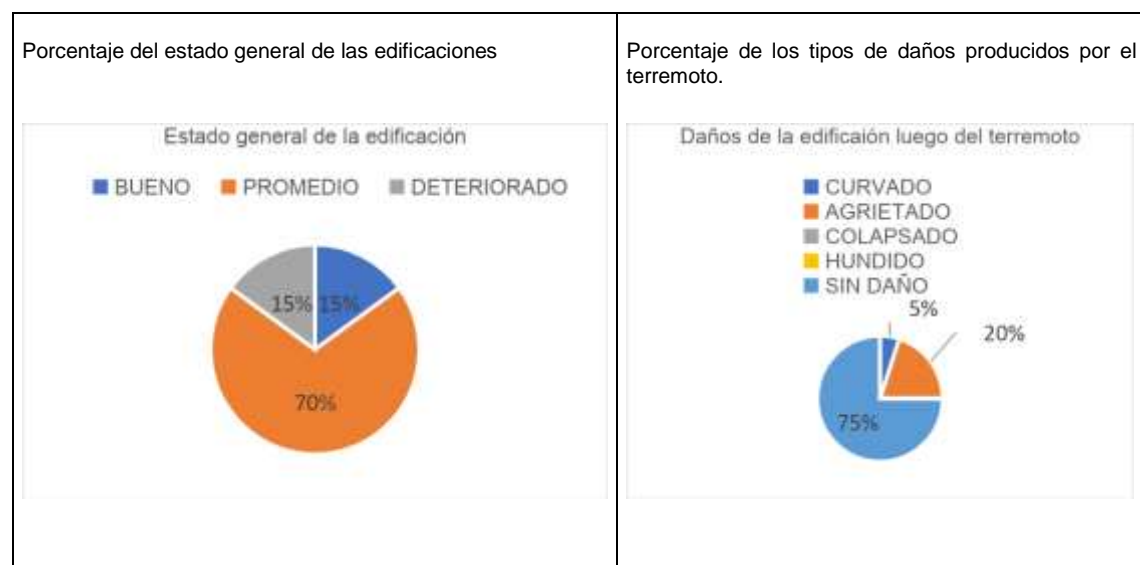


Tabla 5. Análisis del ahorro energético

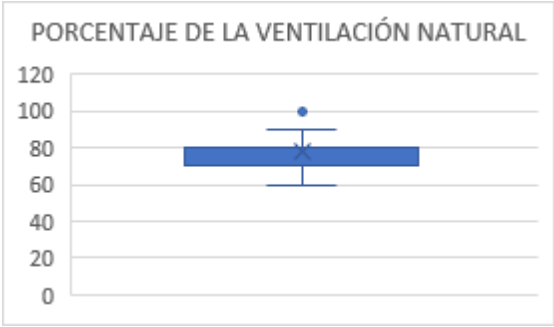
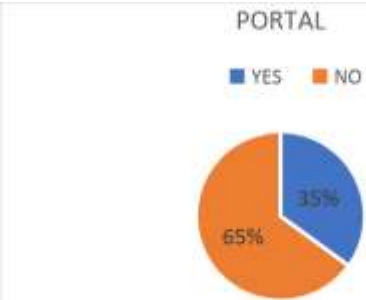
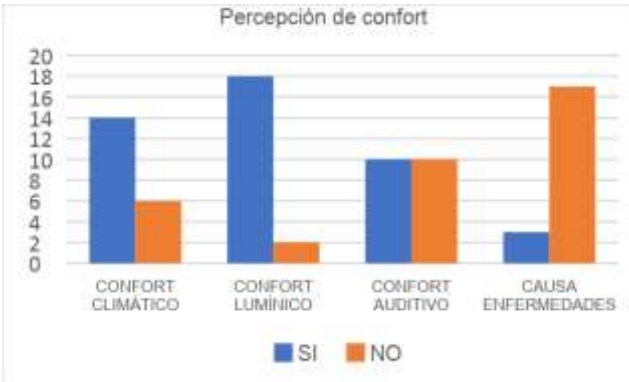
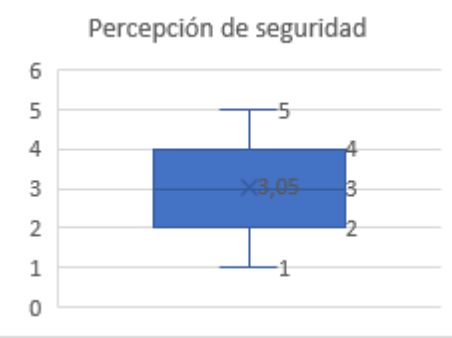
<p>Promedio: 78%</p>  <p>*Se tomó en cuenta la presencia de vanos que permitan la ventilación cruzada</p>	<p>Porcentaje de la presencia de portales</p> 
<p>Porcentaje del uso de materiales biodegradables</p> 	<p>Uso de la energía eólica= 0% Uso de paneles solares = 0%</p>

Tabla 6: Análisis de la percepción de los usuarios

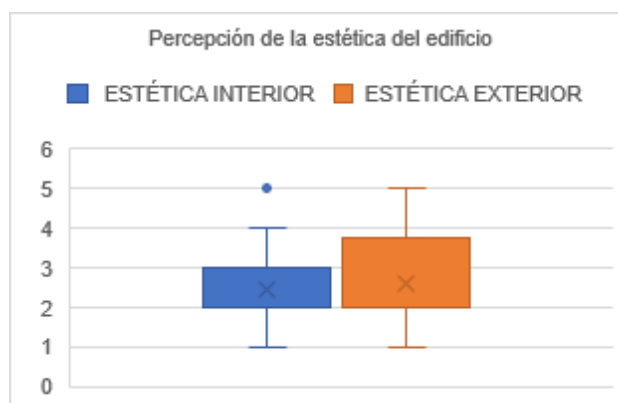
<p>Confort: Se utilizaron las preguntas Sí y No para medir el confort en 5 categorías.</p> 	<p>Seguridad: Se midió en una escala del 1 al 5, donde 5 es lo más Seguro y 1 es lo menos Seguro. Promedio: 3,1</p> 
--	--



Estética de la edificación: La estética exterior e interior del edificio se midieron en una escala del 1 al 5, donde 5 es lo más estético y 1 es lo menos estético.

Promedio de la percepción estética interior: 2,5

Promedio de la percepción estética exterior: 2,6



### 3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

Las encuestas abiertas muestran que los dueños de casa viven en este tipo de viviendas porque sus recursos económicos son limitados para para obtener otros materiales. Si tuvieran más dinero cambiarían la estructura de sus casas por sistemas constructivos más contemporáneos; de hecho, cualquier ampliación de estas casas está hecha de otros materiales. Las razones principales se deben a que implican menores esfuerzos de mantenimiento y aseguran una vida mucho más larga de la edificación. No obstante, al tomar el que el riesgo de destrucción las viviendas convencionales es mayor ante un movimiento sísmico este panorama cambia. Las casas de bambú han funcionado bien durante el terremoto, y ninguna de ellas colapsó. De hecho, el 75% de los edificios no presentaron daños y el otro 25% sufrió algunos daños, especialmente grietas. Estos deterioros no causaron ninguna víctima y son fáciles de reparar. Los resultados reafirman las declaraciones de otros autores, por ejemplo, Van der Lugt, van den Dobbelsteen y Janssen (2006) otorgaron propiedades mecánicas favorables, una gran flexibilidad para el bambú, considerándolo como un excelente material de construcción; asimismo, Chele, Ricardo, Ana y Teresa (2012) quienes reconocieron el bambú como un material excepcional cuando se enfrenta a las vibraciones de un terremoto.

Los resultados de percepción de la estética, tanto del interior como del exterior evidenciaron que los usuarios consideran sus casas como una construcción poco estética. Los edificios estudiados son pequeños (tamaño promedio de 71,75 m<sup>2</sup>) y la mayoría no cuenta con más de dos habitaciones, incluso cuando hay muchos miembros de la familia. Esto podría ser un indicador de un estilo de vida menos privado y una preferencia por espacios compartidos, así como la falta de recursos económicos de las familias para construir viviendas con la escala que el número de integrantes de la familia requiere. Casi todas las casas contaban con un solo baño y muchas de ellas no tenían conexión a las redes de alcantarillado, incluso cuando se encuentran a lo largo de las principales vías de conexión del país. Esta situación también indica el descuido de las instituciones gubernamentales por dotar de los servicios básicos a gente de pocos recursos.

En términos de comodidad, las personas perciben sus hogares como un lugar confortable en cuanto al confort térmico y lumínico, pero hay una inconformidad con el confort auditivo. Por

otro lado, la percepción de inseguridad es alta, la cual es una de las razones por las que los usuarios preferirían construir sus viviendas con ladrillo o concreto pues una casa de madera o caña es más susceptible a sufrir incendios o irrupciones por parte de ladrones. Sin embargo, las paredes de caña juegan un papel importante en la ventilación natural, pues su consistencia con aberturas ayuda a la ventilación cruzada. Así también, la ventilación cruzada mediante vanos se verificó como un indicador de la ventilación natural, pero pocas casas se construyeron bajo este parámetro. La mayoría de los edificios incluyen un portal que permite un espacio exterior para restauración y sombreado natural.

La mayor parte de los materiales son biodegradables; no obstante, los usuarios están buscando más impermeabilidad y la única respuesta para ellos hasta ahora se logra mediante la sustitución de materiales orgánicos, pues los usuarios no conocen otras maneras para mejorar estas condiciones. En cuanto a la estructura, está hecha principalmente de madera y bambú. Por otro lado, una particularidad de la mayoría de las viviendas estudiadas fue la lámina de zinc como techo, lo cual también puede considerarse como una característica que define a las casas de bambú de los usuarios de bajos recursos, pues estas láminas tienen precios muy reducidos a diferencia de otros materiales. Casi todas las edificaciones residenciales hechas de caña que se encontraron están construidos sobre pilotes, los mismos que sobresalen alrededor de 1.50 metros del suelo, constituyendo una tipología de vivienda que protege las casas contra las inundaciones y la humedad.

Finalmente, se asumen ciertas limitaciones de este estudio. En evaluaciones de materiales locales, de acuerdo con Zea Escamilla y Habert (2014), los enfoques metodológicos para la evaluación de materiales como el bambú combinan algunos retos como calidad de datos y una alta variabilidad de datos, debido a que los materiales no industrializados son usualmente producidos en comunidades rurales con bajos estándares de control de calidad. Además, la muestra reducida de este estudio debido a la escasa información de posición geográfica que impidió encontrar más ejemplos de estas edificaciones en las áreas de estudio, provoca que no se pueda hablar en términos generales, pero sí aproximados. Los resultados se basan en las percepciones de los usuarios, los cuales pueden estar sesgados por las condiciones culturales. Se intentaría para futuras investigaciones incluir métodos participativos, de modo que sea posible contrastar diferentes puntos de vista fuera de los investigadores y los encuestados o entrevistados y enfocarse en zonas de estudio más reducidas que permitan una búsqueda más exhaustiva de ejemplos a estudiarse.

#### **4. CONCLUSIONES:**

El uso de materiales locales es importante para construir ambientes más sustentables, pues representa economía y ahorro de energía. Los edificios de bambú tienen varias ventajas, esta investigación destaca su resistencia contra los peligros naturales, específicamente los sismos y el confort. Sin embargo, existen limitaciones que deben ser resueltas como la percepción de inseguridad y antiestética. Esta percepción podría ser una de las razones por las que la gente prefiere cambiar la materialidad de sus hogares por tendencias más actuales. Sin embargo, los materiales contemporáneos no respondieron adecuadamente al último terremoto. Este estudio busca, por tanto, motivar a los diseñadores y autoridades a reconsiderar la forma en que se están reconstruyendo las zonas afectadas por el sismo y destaca la necesidad de nuevas opciones de diseño para edificios de bambú para personas con recursos limitados. Diseños más contemporáneos y estéticos basados en el conocimiento ancestral pueden ser una solución contra una situación cultural que coloca a las casas de bambú en condiciones no progresivas. Finalmente, se recalca la importancia de la evaluación de edificaciones como un punto de partida para futuras propuestas inmobiliarias, pues antes de construir se debería hallar soluciones que eviten otra catástrofe.

## REFERENCIAS:

- Chele, E., Ricardo, M., Ana, P., & Teresa, M. (2012). Bamboo, from Traditional Crafts to Contemporary Design and Architecture. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51, 777–781. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.239>
- Correal, J. F. (2016). Bamboo design and construction. In *Nonconventional and Vernacular Construction Materials* (pp. 393–431). <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780081000380000147>
- Flander, K. D., & Rovers, R. (2009). One laminated bamboo-frame house per hectare per year. *Construction and Building Materials*, 23(1), 210–218. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2008.01.004>
- Oliver, P. (2007). Built to meet needs: Cultural issues in vernacular architecture. Routledge, Oxford.
- Reconstruyo Ecuador (Sin fecha): Gobierno Nacional cumple con soluciones habitacionales a afectados por el terremoto. Disponible en: <https://www.reconstruyoecuador.gob.ec/gobierno-nacional-cumple-con-soluciones-habitacionales-a-afectados-por-el-terremoto/>. Consultado en 20/6/2018 a las 18:20
- Van Der Lugt, P., Van Den Dobbelssteen, A. A. J. F., & Janssen, J. J. A. (2006). An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures. *Construction and Building Materials*, 20(9), 648–656. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.02.023>
- Yépez, F., & Yépez, O. (2017). Role of construction materials in the collapse of R/C buildings after Mw 7.8 Pedernales – Ecuador earthquake, April 2016. *Case Studies in Structural Engineering*, 7, 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.csse.2016.12.001>
- Zea Escamilla, E., & Habert, G. (2014). Environmental impacts of bamboo-based construction materials representing global production diversity. *Journal of Cleaner Production*, 69, 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.067>