

RELIGACIÓN

R E V I S T A

Análisis de la caña guadua como material de construcción sostenible para el desarrollo del ecoturismo en la Amazonía ecuatoriana

Analysis of guadua cane as a sustainable construction material for the development of ecotourism in the Ecuadorian Amazon

Wilfrido Marco Calle Chuinda, Trajano Javier González Redrován, Manuel Salvador Alvarez Vera

RESUMEN

La caña guadua es un material de construcción sostenible, utilizado desde la antigüedad en muchas regiones del mundo. La presente revisión tiene como objetivo analizar su uso como material de construcción en el desarrollo del ecoturismo en la Amazonía ecuatoriana. Para ello, se analizaron fuentes secundarias para conocer el estado del arte de las construcciones con caña guadua y su resistencia mecánica. También, se compararon sus propiedades constructivas de la caña guadua con materiales típicos de construcción y se identificaron los recursos arquitectónicos utilizados en las edificaciones turísticas, para establecer su viabilidad de construcción con caña guadua, para lo cual se realizó una revisión sistemática. Se concluye que la caña guadua es un material de construcción sostenible, resistente y económico, que puede ser utilizado en edificaciones turísticas en la Amazonía ecuatoriana.

Palabras clave: Caña guadua; Construcción sostenible; Ecoturismo; Arquitectura turística; Desarrollo sostenible.

Wilfrido Marco Calle Chuinda 

Universidad Católica de Cuenca – Ecuador. marcwilf@hotmail.com

Trajano Javier González Redrován 

Universidad Católica de Cuenca – Ecuador. tjgonzalezr@ucacue.edu.ec

Manuel Salvador Alvarez Vera 

Universidad Católica de Cuenca – Ecuador. malvarezv@ucacue.edu.ec

<http://doi.org/10.46652/rgn.v8i38.1109>

ISSN 2477-9083

Vol. 8 No. 38 octubre - diciembre, 2023, e2301109

Quito, Ecuador

Enviado: junio 14, 2023

Aceptado: septiembre 09, 2023

Publicado: septiembre 26, 2023

Publicación Continua



ABSTRACT

Guadua cane is a sustainable building material that has been used since ancient times in many regions of the world. This review aims to analyze its use as a construction material in the development of ecotourism in the Ecuadorian Amazon. To this end, secondary sources were analyzed to determine the state of the art of constructions with guadua cane and its mechanical resistance. The construction characteristics of guadua cane were compared with typical building materials, and the architectural characteristics of tourist buildings were identified to establish their feasibility for construction with guadua cane, a systematic review was carried out. It is concluded that guadua cane is a sustainable, resistant, and cost-effective building material that can be used in tourist buildings in the Ecuadorian Amazon.

Keywords: Guadua cane; Sustainable construction; Ecotourism; Tourist architecture; Sustainable development.

1. Introducción

La Amazonía ecuatoriana es una de las regiones con mayor biodiversidad y recursos naturales a nivel mundial, la cual ha sido objeto de un creciente interés sobre todo en el campo del desarrollo del “ecoturismo” (Cortez & Rodríguez, 2023). Sin embargo, la construcción de infraestructuras turísticas ha generado una serie de problemas ambientales y sociales debido a la utilización desmesurada de materiales de construcción convencionales no sostenibles (Perdigão, 2020). Por ello, se ha investigado el uso de materiales de construcción alternativos y sostenibles, por ejemplo, la caña guadua, como una opción para el desarrollo del “ecoturismo” en la región.

La caña guadua es una planta de la familia de las gramíneas que se ha utilizado tradicionalmente como material de construcción en las regiones tropicales de Latinoamérica. Es conocida por sus propiedades estructurales, mecánicas y estéticas, y su uso se ha popularizado debido a su sostenibilidad y bajo costo en comparación con otros materiales de construcción convencionales (Llumiyinga, 2023). Como se puede ver en la imagen 1.

Imagen 1. Construcciones a partir de la caña guadua



Fuente: Ribaneira, 2011.

En la presente revisión bibliográfica, se analizan los aspectos sostenibles de la caña guadua como material de construcción para el desarrollo del “ecoturismo” en la región amazónica del Ecuador. Se ha revisado la literatura existente sobre las propiedades físicas y mecánicas de la caña guadua, los diseños y técnicas de construcción de estructuras de caña guadua, y los estudios de casos de proyectos de “ecoturismo” que han utilizado este material de construcción en la región.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es analizar las características y técnicas constructivas de la caña guadua como elemento principal de construcción para el desarrollo del “ecoturismo” a través de un estudio técnico y bibliográfico del material y el análisis de percepción de confort de los turistas, a partir del uso de la caña como material constructivo. Se espera que los hallazgos y conclusiones obtenidos sean útiles para la planificación y diseño de proyectos turísticos sostenibles en la región, buscando contribuir al desarrollo económico y social de la misma de manera sostenible y de esta forma poder fomentar el “ecoturismo” de la Amazonía.

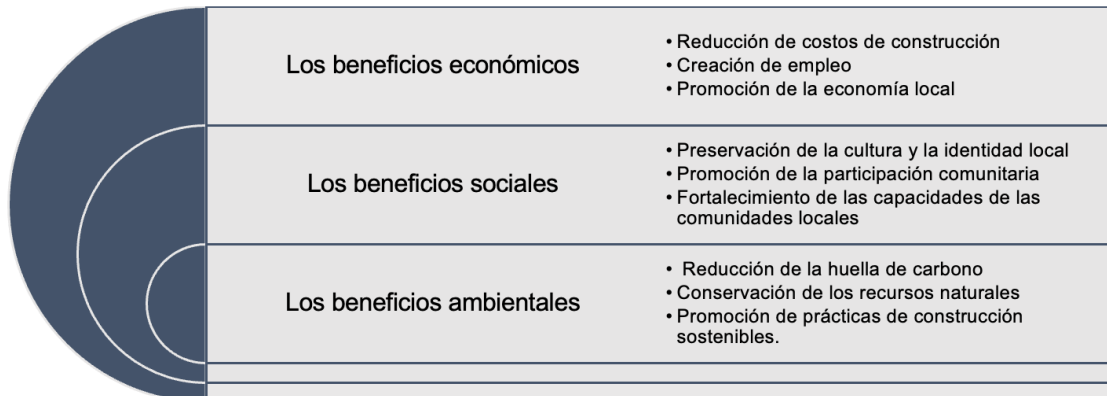
El turismo es una de las actividades económicas más importantes de la región, el cual permite generar ingresos y empleos para las comunidades locales, por lo cual es importante generar las condiciones necesarias para el alojamiento y acogida del turista, bajo esta premisa, se han desarrollado numerosos proyectos hoteleros en la región. Sin embargo, el desarrollo del turismo también puede tener efectos negativos en el medio ambiente y en las comunidades locales si no se maneja de manera sostenible (Perdigão, 2020).

En este sentido, la construcción de infraestructuras turísticas, como cabañas, senderos, puentes y otras edificaciones, puede tener un impacto significativo y requerir grandes cantidades de materiales de construcción los cuales en la mayoría de los casos no son sostenibles. El uso de materiales no sostenibles puede tener efectos negativos en el medio ambiente y en las comunidades locales como menciona Hernández (2021), en su estudio, en donde manifiesta que la tala de árboles para obtener madera desmesurada puede reducir la biodiversidad alterando los ecosistemas naturales, lo que a su vez puede generar un impacto negativo al turismo.

En este contexto, autores como Vanga et al. (2021) propone a la caña guadua como una alternativa sostenible a los materiales de construcción convencionales en el oriente ecuatoriano.

La caña guadua es una planta que se puede cultivar en grandes cantidades, y su utilización como material de construcción puede reducir la dependencia de materiales no sostenibles (Candela & Reye, 2020). Por esta razón, diversos estudios han investigado las propiedades de la caña guadua como material de construcción en la Amazonía ecuatoriana. Estas investigaciones han encontrado que la caña guadua es un material de construcción resistente, flexible, durable y sostenible. Además, el uso de la caña guadua como material de construcción puede proporcionar beneficios económicos, sociales y ambientales. Como se puede ver en la ilustración 1.

Ilustración 1. Beneficios de usar materiales sostenibles



Nota: Al hacer uso de materiales sostenibles se puede dinamizar la economía (referencia según APA)

En este sentido, el empleo de la caña guadua como material de construcción no solo brinda ventajas económicas al reducir costos y generar empleo, sino que también tiene un impacto positivo en el ámbito social al preservar la cultura local y fortalecer las capacidades comunitarias. Este enfoque sostenible también ofrece beneficios ambientales al reducir la huella de carbono y promover la conservación de los recursos naturales. En conjunto, estos beneficios apuntan al desarrollo del ecoturismo en la región, generando un impacto integralmente positivo, como material de construcción puede contribuir al desarrollo del “ecoturismo” en la región, proporcionando beneficios económicos, sociales y ambientales (Chávez & Vanga, 2022). Como se puede ver en la imagen 2.

Imagen 2. Trabajo participativo de la comunidad



Fuente: Ribaneira, 2011

La sostenibilidad es un concepto fundamental en el desarrollo turístico de la Amazonía ecuatoriana, ya que esta región alberga una de las mayores reservas de biodiversidad del mundo y cuenta con una rica cultura indígena que es esencial para la identidad de la región (Cartay & Chaparro, 2020). La construcción de infraestructuras turísticas debe ser planificada cuidadosamente para minimizar el impacto ambiental y cultural, y para garantizar la protección y conservación de la naturaleza y el patrimonio cultural (Aguirre & Mestanza, 2022).

En este contexto, para garantizar la sostenibilidad en la construcción de infraestructuras turísticas en la Amazonía ecuatoriana es preciso hacer uso de materiales y tecnologías adecuadas que minimicen el consumo de recursos y la emisión de gases de efecto invernadero, y que tengan una baja huella ecológica. Por ello, es de suma importancia de hacer uso de materiales amigables y tecnologías locales acordes a las necesidades culturales y ambientales de la región, para que las infraestructuras turísticas tengan empatía con el paisaje adaptándose al medio ambiente y las necesidades turísticas (Aguirre & Mestanza, 2022). Como se puede ver en la imagen 3.

Imagen 3. Alojamientos a partir de la Caña guadua



Fuente: Puente, 2013.

La caña guadua es una especie de bambú que crece de forma natural en la región amazónica, y tiene un bajo impacto ambiental, ya que su cultivo no requiere de productos químicos ni de grandes cantidades de agua, y su proceso de transformación en material de construcción es sencillo y no requiere de grandes inversiones tecnológicas (Aguirre & Estrella, 2022).

En un estudio realizado por Mena y Soliz (2021), el cual se enfoca en la falta de viviendas en el Cantón Tena, encuentra que el uso de materiales biosustentables, como la caña guadua, son respuestas viables a la problemática de la vivienda, además indica en su estudio que estas prácticas fomentan el desarrollo económico equitativo y sostenible, a través de materiales eco amigables.

La caña guadua es un material de construcción sostenible y renovable que ha sido utilizado desde tiempos precolombinos en diferentes regiones de América Latina. En las últimas décadas, ha surgido un interés creciente por la caña guadua como material de construcción sostenible debido a sus propiedades físicas y mecánicas, y a su potencial para reducir el impacto ambiental y social de la construcción (Gonzalez & Molina, 2021). Como se puede ver en la imagen 4.

Imagen 4. Viviendas elaboradas con caña



Fuente: Puente, 2013.

Autores como Torres (2019) han evaluado las propiedades y aplicaciones de la caña guadua como material de construcción sostenible, demostrando que la caña guadua es un material de construcción con propiedades mecánicas similares a las de la madera, pero con una mayor resistencia a la flexión y una mayor capacidad de carga.

Además, se destaca que el bambú ha sido utilizado históricamente en diversas poblaciones para construir viviendas, y en América Latina, hay una amplia presencia de esta planta, con 20 géneros y 429 especies que se distribuyen desde México hasta Argentina, por otra parte, se compara las propiedades del bambú con otras especies madereras y se resalta que el bambú laminado o prensado puede ofrecer propiedades estructurales comparables a la madera y el acero, esta idea se plasmas en la imagen 5.

Imagen 5. Flexibilidad y moldeamiento



Fuente: Darquea, 2011.

A su vez Vangaet al. (2021) destacan la relevancia de adoptar alternativas sostenibles en la arquitectura y construcción debido al crecimiento poblacional y la demanda de viviendas, que impactan significativamente el medio ambiente. A su vez, enfatiza en la importancia de las viviendas bioclimáticas para aprovechar los recursos de manera eficiente, reducir la huella ecológica y promover el desarrollo sostenible, especialmente en la zona costera del Ecuador.

De esta forma, la caña guadúa se posiciona como un material clave en la construcción sostenible, dado su abundancia en la región de la costa y sus propiedades físico-mecánicas idóneas. Sin embargo, se reconoce el desafío de ajustarse a presupuestos limitados, lo que afecta la percepción de las viviendas de caña como asociadas a la pobreza.

En algunos casos, se ha combinado la caña guadua con otros materiales de construcción sostenibles como lo manifiesta Toro (2021), al relacionar el elemento con adobe, ladrillo o el hierro bambú, para obtener mejores resultados en términos de resistencia, durabilidad y confort térmico. Adicionalmente se ha investigado el uso de tratamientos naturales para proteger la caña guadua de la humedad, los insectos y otros agentes externos que puedan afectar su durabilidad y estabilidad, logrando un interesante nivel en acabados, como lo muestra la imagen 6.

Imagen 6. Acabados



Fuente: Darquea, 2011.

Las investigaciones previas sobre las propiedades y aplicaciones de la caña guadua como material de construcción sostenible han demostrado su potencial para reducir el impacto ambiental y social de la construcción. No obstante, hay que recalcar que el uso de este material es requerido en muchas ocasiones por estratos bajos de la población, lo que puede asociar su uso con la pobreza.

Sin embargo, se debe destacar, que este cuenta con las propiedades físicas necesarias para la construcción que incluyen la densidad, la humedad, la porosidad, la permeabilidad y la resistencia al fuego. La densidad de la caña guadua puede variar entre 300 y 800 kg/m³, dependiendo de la especie y la edad de la planta. La humedad de la caña guadua varía entre el 10% y el 20%, y la porosidad es del 60% al 80%. La permeabilidad de la caña guadua es baja, lo que significa que tiene una buena resistencia al agua y la humedad. La caña guadua también tiene una buena resistencia al fuego debido a su baja conductividad térmica y a su alto contenido de sílice (Castiblanco Rodríguez & Torres Vásquez, 2020).

Al referirse a las propiedades mecánicas, estas incluyen la resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción, así como la elasticidad y la rigidez. La resistencia a la compresión de la caña guadua varía entre 16 y 32 MPa, y la resistencia a la flexión varía entre 40 y 70 MPa. La resistencia a la tracción de la caña guadua varía entre 60 y 120 MPa. La elasticidad de la caña guadua es alta, lo que significa que puede soportar grandes deformaciones antes de romperse. La rigidez de la caña guadua es baja, lo que significa que tiene una buena capacidad para absorber impactos (Castiblan-

co Rodríguez & Torres Vásquez, 2020), lo cual incide efectivamente en el proceso constructivo, esto se observa en el ejemplo de la imagen 7.

Imagen 7. Propiedades físicas



Fuente: Futura arquitectura, 2021.

En general, la caña guadua presenta propiedades físicas y mecánicas que la hacen adecuada como material de construcción sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. La combinación de su baja densidad, su alta resistencia mecánica y su resistencia a la humedad y al fuego, la convierten en una opción viable para la construcción de infraestructuras turísticas en la región.

La caña guadua se ha utilizado tradicionalmente en la construcción de estructuras en la Amazonía ecuatoriana. Sin embargo, para que su uso sea sostenible y seguro, es necesario tener en cuenta ciertos factores en el diseño y la construcción de las estructuras.

Según un estudio realizado por Chávez (2022), sobre el uso de materiales de construcción encontró que varios constructores reconocen el uso de la caña guadua como un material de confianza, el cual es altamente utilizado para diversos proyectos, los cuales puede aportar de manera significativa para el desarrollo del turismo de la zona. A su vez dentro de su estudio recomienda, que este material debe de ser trabajado con personal calificado en este tipo de construcciones y que el suelo en el que se va a trabajar debe de estar debidamente acondicionada, especialmente por el factor humedad que puede afectar de manera negativa a la integridad de la estructura.

En cuanto a la unión de los elementos de la estructura expresa Intriago (2021), existen varias técnicas tradicionales utilizadas en la región, como el amarre con hilo de algodón o la unión mediante clavijas de madera. Estas técnicas pueden ser efectivas, pero también pueden ser mejoradas mediante la incorporación de elementos de unión más modernos y resistentes, como el uso de tornillos o conectores metálicos.

Para el diseño y construcción de estructuras de caña guadua, se pueden utilizar diversas técnicas de construcción. Una de las más utilizadas es el sistema de marcos, en el cual se construye la estructura a partir de marcos verticales y horizontales. También se puede utilizar el sistema de arcos, en el cual se construyen arcos de caña guadua que se unen entre sí para formar la estructura.

En cualquier caso, es importante realizar un adecuado mantenimiento de la estructura para garantizar su durabilidad y seguridad a largo plazo. Se recomienda realizar inspecciones periódicas para detectar posibles daños y realizar reparaciones oportunas.

2. Metodología

La investigación adoptó un enfoque cualitativo, con un diseño no experimental y una cohorte transversal. Para ello, se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios previos y se recopiló información de fuentes primarias y secundarias.

A su vez, este estudio comprende un enfoque narrativo y reflexivo. Esta revisión se basó en la búsqueda y análisis crítico de literatura relevante y actualizada sobre el tema de análisis de la caña guadua como material de construcción sostenible para el desarrollo del “ecoturismo” en la Amazonía ecuatoriana. Además, se hizo uso de diversas fuentes bibliográficas, tales como artículos científicos, libros y publicaciones especializadas, para obtener información acerca de las propiedades físicas y mecánicas de la caña guadua, así como sobre el diseño y construcción de estructuras con este material. Además, se examinaron estudios de casos de regiones donde se utiliza la caña guadua como elemento de construcción.

Los criterios de inclusión para la selección de información sobre el uso de la caña guadua como material de construcción sostenible son los siguientes: como fuente de información se hizo uso de fuentes secundarias, como artículos científicos, libros, tesis, informes de proyectos y normativas; además, se consideraron publicaciones con fecha de publicación desde el año 2006 al 2023, en los idiomas inglés y español, finalmente, se hizo uso de distintos tipos de publicaciones científicas tales como meta-análisis, revisiones sistemáticas, estudios de cohortes y revisiones bibliográficas.

Los criterios de exclusión descartaron publicaciones que no cumplen con los estándares de calidad y rigurosidad requeridos para la obtención de información científica fiable y objetiva, como es el caso de las cartas, editoriales, publicaciones en congresos, erratas y tesis de pregrado (también conocidas como “literatura gris”).

Además de los tipos de publicación mencionados, también se excluyen aquellos que no estén relacionados directamente con el uso de la caña guadua como material de construcción sostenible para el desarrollo del “ecoturismo” en la Amazonía ecuatoriana.

En este caso, se siguió un proceso de búsqueda sistemática de literatura científica y técnica relacionada con el tema de análisis de la caña guadua como material de construcción sostenible para el desarrollo del “ecoturismo” en la Amazonía ecuatoriana. Los criterios de inclusión utilizados fueron: que la fuente presentara información clara y detallada sobre el análisis de la caña guadua y su uso en la construcción sostenible para el desarrollo del “ecoturismo” en la Amazonía ecuatoriana.

La búsqueda se realizó en bases de datos electrónicas como Scopus, Web of Science, Science Direct, Google Scholar y bibliotecas virtuales especializadas. Los términos de búsqueda utilizados incluyeron “caña guadua”, “construcción sostenible”, “ecoturismo” y “Amazonía ecuatoriana”. La búsqueda se limitó a publicaciones en idioma español e inglés y a artículos publicados entre 2010 y 2022.

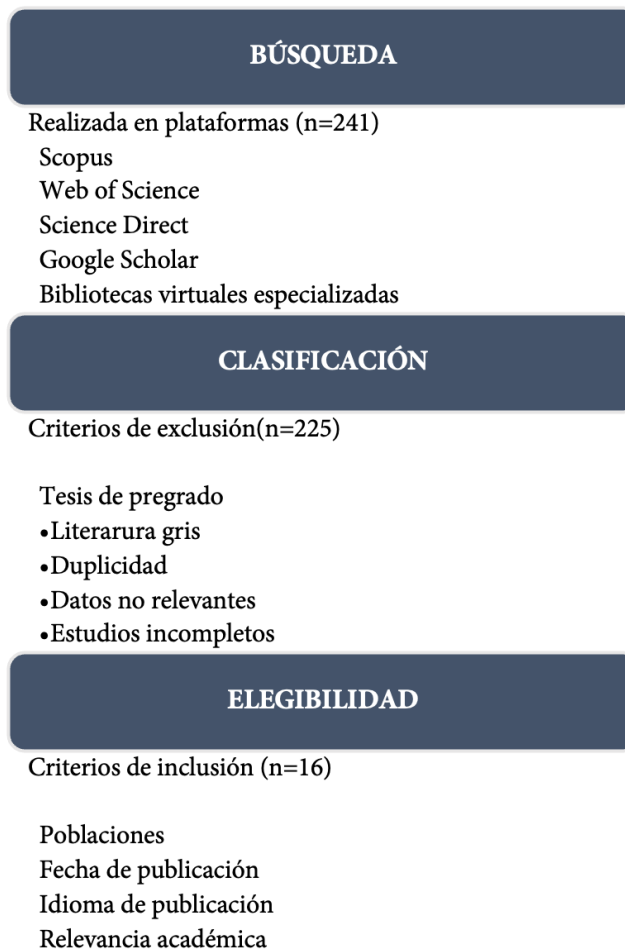
3. Resultados

Durante el proceso de selección de la literatura para esta investigación, el resultado fue un total de 241 artículos científicos que fueron evaluados a través de los criterios de inclusión y exclusión establecidos en la metodología. En donde se descartaron ciertos artículos, por su fecha de publicación, por duplicidad en la información, por no contar con datos relevantes que enriquezcan la investigación o por no tener datos fiables.

Después de aplicar los criterios de inclusión, se descartaron 225 artículos, ya que no cumplían con los parámetros de búsqueda establecidos.

Con este criterio, se seleccionaron 16 artículos científicos relevantes para el análisis de la caña guadua como material de construcción sostenible para el desarrollo del “ecoturismo” en la Amazonía Ecuatoriana. Estos artículos se han utilizado como fuente primaria de información en la presente investigación, permitiendo obtener un análisis detallado de las propiedades físicas y mecánicas de la caña guadua y el diseño y construcción de estructuras con este material, la ilustración 2 muestra un resumen de lo expuesto.

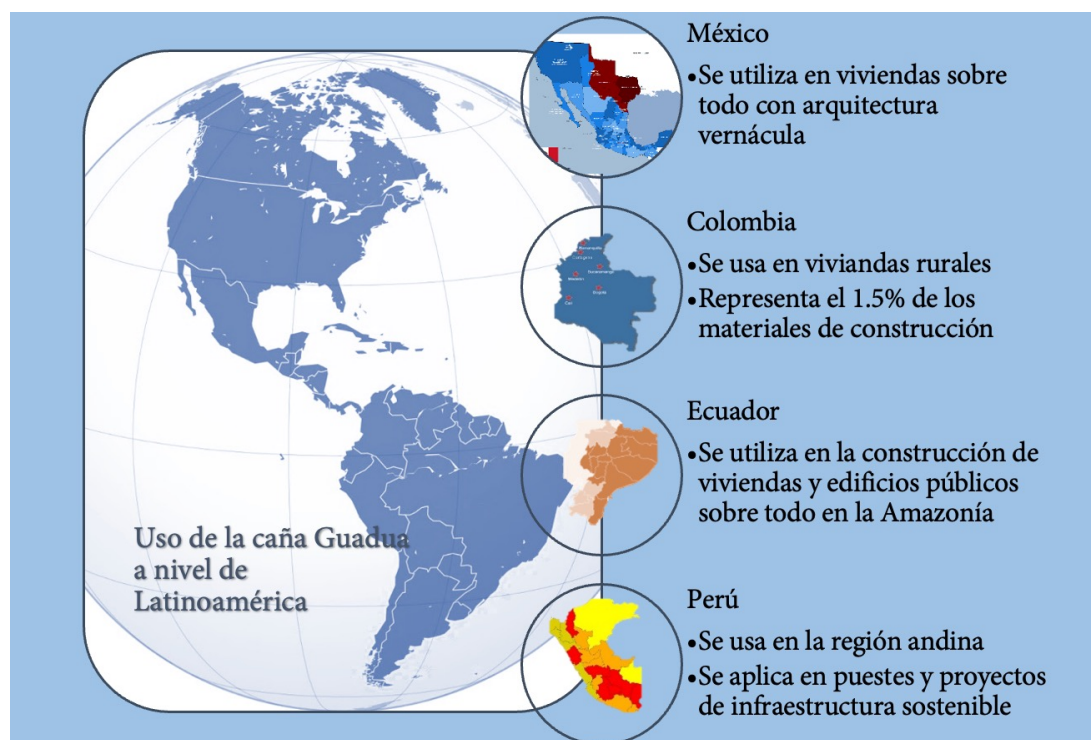
Ilustración 2. Selección de artículos



Fuente: Elaboración propia

La caña guadua se ha posicionado como un material de construcción sostenible en Latinoamérica, siendo utilizado en diversos proyectos de construcción. En el siguiente mapa conceptual, se presentan los países en los que se ha evidenciado su uso y se destacan los beneficios que este material ofrece en términos de sostenibilidad y eficiencia energética en la construcción.

Ilustración 3. Uso de la caña guadua a nivel de Latinoamérica



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se va a realizar una revisión sistemática de los estudios encontrados en relación al uso de la caña guadua:

Tabla 1 Revisión sistemática de artículos científicos

Autores	País	Lugar de construcción	Características	Conclusiones
Giuseppina Vanga, M., Briones, O., Zevallos, I., & Delgado, D. (2021). Bioconstrucción de vivienda unifamiliar de interés social con caña Guadua angustifolia Kunth. Revista Digital Novasinergia, 4(1), 53-73.	Ecuador	Revisión Bibliográfica	Estudio del uso de la caña de Guadua para la reconstrucción de Manabí	Se demuestra que las construcciones con caña Guadua son de bajo costo y contribuyen con el problema de la vivienda en Ecuador.
Delgado, G. (2017). Ecología y ambiente. Diseño y sustentabilidad en construcciones con caña guadúa. DISEÑO ARTE Y ARQUITECTURA, (2), 75-93.	Ecuador	Propuesta estructural	Realiza una reflexión sobre el contexto de la construcción, además enfatiza sobre la estética del material y el bajo costo	Brinda soluciones sustentables a partir del aprovechamiento de la caña Guadua, además se puede generar un enfoque estético e innovador

Hernández-Gómez, R. C., & Cantillo-Higuera, E. (2018). La restauración ecológica como estrategia de construcción social en la Vereda Chipautá, Municipio de Guaduas, Cundinamarca. <i>Ambiente y Desarrollo</i> , 22(42), 1-15.	Colombia	Vereda de Chipautá	Modelo metodológico de restauración ecológica como estrategia de construcción social	Se fomentó el campo del conocimiento en restauración ecológica a partir de la caña Guadua como materia para el desarrollo del sustentable y adaptativo de los cambios ambientales
Echezuría, H. (2018). El bambú como recurso sustentable para construcción de viviendas de bajo costo. <i>Tekhné</i> . 21, (2):052-068	Venezuela	Revisión Bibliográfica	Uso de la caña guadua como materia prima y mecanismo de dinamizar la economía del hogar	La caña Guadua, es un elemento de gran relevancia en la industria de la construcción ya que permite, generar empleo, resolver problemas de vivienda con construcciones de bajo costo y diversificar el mercado.
Paz, A. (Paz, 2012). Construcción con Guadua para el Desarrollo Turístico en Colombia. <i>Revista de Arquitectura e Ingeniería</i> , 9(1), 47-54.	Colombia	Reserva Natural de Río Claro	La estructura fue diseñada y construida por expertos en construcción con guadua y se evaluó su desempeño durante varios años	Se encontró que la caña guadua era un material de construcción sostenible y resistente a los elementos climáticos y ambientales del área
Plaza, A. & Rojas, C. (2014). Guadua bambú como material constructivo en la Amazonía peruana. <i>Ambiente Construido</i> , 14(4), 117-129.	Perú	Reserva Nacional Tambopata	La estructura consta de habitaciones, baños y áreas comunes, y fue diseñada y construida por artesanos locales capacitados en técnicas de construcción con guadua	La estructura fue evaluada después de varios años de uso y se encontró que la caña guadua era un material de construcción sostenible y resistente que requería un mantenimiento mínimo
López, A., Sánchez, R., & Mora, C. (2015). Construcción de cabañas turísticas con guadua en Monteverde, Costa Rica. <i>Recursos Naturales y Ambiente</i> , 84, 64-69.	Costa Rica	Reserva Biológica Bosque Nuboso Monteverde	la estructura fue diseñada y construida por expertos en construcción con guadua y se evaluó su desempeño durante varios años	Se encontró que la caña guadua era un material de construcción sostenible y resistente a los elementos climáticos y ambientales del área
Bolaños, J., Pérez, J. R., & León, D. (2016). Estudio comparativo de estructuras ligeras en guadua y pino caribe. <i>Revista científica</i> , 4(3), 51-59.	Colombia	Estructura para Kiosco	Los resultados mostraron que la estructura de caña guadua tuvo una mayor resistencia a la flexión y a la compresión que la estructura de madera de pino.	la caña guadua se mostró como un material de bajo costo y sostenible para la construcción de estructuras livianas en zonas rurales

García, R. J., Galván, J. A., & Soto, E. (2019). Diseño y construcción de una vivienda sustentable a base de guadua. <i>Revista Ingenierías Universidad de Medellín</i> , 18(34), 95-105.	México	se construyó una vivienda utilizando caña guadua	Los resultados mostraron que la estructura de caña guadua fue capaz de resistir cargas de viento y terremotos sin sufrir daños significativos	la caña guadua se mostró como un material de bajo costo y sostenible para la construcción de viviendas en zonas rurales
Cárdenas, C. A., Niquén, E. V., & González, G. A. (2020). Diseño y construcción de un albergue turístico a base de guadua. <i>Revista de Investigación Académica</i> , 18(1), 1-10.	Perú	Albergue para turistas	Los resultados mostraron que la estructura de caña guadua fue capaz de resistir cargas de viento y terremotos sin sufrir daños significativos	Además, la caña guadua se mostró como un material de bajo costo y sostenible para la construcción de estructuras ligeras en zonas rurales

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los estudios encontrados sobre la construcción con caña guadua revela que este material ha ganado reconocimiento en diversos países debido a sus ventajas económicas, sociales y ambientales. La revisión bibliográfica realizada en Ecuador muestra que las construcciones con caña guadua son de bajo costo y contribuyen a abordar problemas de vivienda en el país. Además, se enfatiza en la estética del material, brindando soluciones sustentables e innovadoras.

En Colombia, se destaca la aplicación de la caña guadua en la restauración ecológica como una estrategia de construcción social que impulsa el desarrollo sostenible y la adaptabilidad a los cambios ambientales. Asimismo, se evidencia que la caña guadua es resistente y sostenible en estructuras turísticas en reservas naturales.

En Venezuela, se reconoce el valor de la caña guadua como recurso sustentable para construcciones de bajo costo, generando empleo y diversificando el mercado. Por otro lado, en Perú y Costa Rica, se han construido estructuras turísticas y albergues utilizando la caña guadua, demostrando su resistencia y sostenibilidad ante condiciones climáticas y ambientales.

En general, los estudios coinciden en que la caña guadua es una opción favorable para la construcción de estructuras ligeras y viviendas en zonas rurales, ya que ofrece beneficios económicos y sociales, y contribuye a la conservación del medio ambiente. Estos hallazgos enfatizan la importancia de promover y fomentar el uso de la caña guadua como un material de construcción sostenible y de bajo impacto ambiental en diferentes contextos y regiones.

4. Discusión

El uso de la caña guadua como material de construcción sostenible en Latinoamérica ha ido ganando reconocimiento en la literatura científica. A partir de los estudios seleccionados, es evidente que existen diversas ventajas económicas, sociales y ambientales asociadas a su utilización.

Según Vanga et al. (2021), en Ecuador, la caña guadua ha demostrado ser una alternativa de bajo costo que contribuye significativamente a abordar problemas de vivienda. Similarmente, Delgado (2017) enfatiza la estética del material y cómo puede ser usado para ofrecer soluciones sustentables e innovadoras. Estos estudios sugieren un potencial significativo de la caña guadua para satisfacer las necesidades de vivienda y desarrollo sostenible en el país.

En Colombia, los trabajos de Hernández-Gómez y Cantillo-Higuera (2018) destacan la caña guadua como una herramienta clave en la restauración ecológica, resaltando su papel en la construcción social y el impulso hacia la sostenibilidad. Además, Paz (2012) y Bolaños, Pérez, y León (2016) aportan evidencia de la resistencia y sostenibilidad de la caña guadua en estructuras turísticas y zonas rurales, respectivamente.

Por otro lado, en Venezuela, Echezuría (2018) subraya la relevancia de la caña guadua como una solución sustentable para construcciones de bajo costo, y cómo puede ser una herramienta para dinamizar la economía. Mientras que, en países como Perú y Costa Rica, Plaza y Rojas (2014) y López et al. (2015) respectivamente, enfatizan su aplicación en estructuras turísticas, resaltando su durabilidad y mínimo mantenimiento.

Las investigaciones realizadas en diferentes países de Latinoamérica convergen en la idea de que la caña guadua es una opción viable y sostenible para la construcción, particularmente en zonas rurales. Además, ofrece beneficios no sólo desde una perspectiva económica, sino también social y ambiental. Así, la evidencia presentada respalda la promoción de la caña guadua como un material de construcción de bajo impacto ambiental en diversos contextos y regiones (García et al., 2019; Cárdenas et al., 2020).

Varios autores como Cárdenas (2020) o Cartay (2020), manifiestan que la caña guadua es un recurso natural muy utilizado en la construcción a nivel mundial, esto se debe a las características que posee como es el caso de la durabilidad, resistencia y bajo costo. Además, la caña guadua es considerada un material sostenible ya que su producción no requiere de grandes cantidades de energía ni emite gases contaminantes.

Considerando otro criterio, el uso de la caña guadua en la construcción también tiene un impacto positivo en el medio ambiente, ya que es un recurso renovable que no contribuye a la deforestación ni a la emisión de gases contaminantes.

De esta forma se puede ver que, el estudio de Aguirre (2022), se demuestra que la caña guadua es un material de construcción sostenible adecuado para el desarrollo del “ecoturismo” en la Amazonía ecuatoriana. Su alta resistencia mecánica, flexibilidad y capacidad de adaptación a diferentes formas y diseños, junto con su resistencia a la humedad y la exposición solar, hacen de la caña guadua una excelente opción para la construcción de estructuras ligeras y sostenibles en la región.

Hay que destacar que la caña guadua es un material de construcción sostenible, ecológico y resistente que se utiliza ampliamente en la construcción en América Latina. En el estudio de Cár-

denas (2020), se destaca su uso en la Amazonía ecuatoriana para el desarrollo del “ecoturismo”, debido a que es un material disponible en la zona y con propiedades térmicas que se adaptan bien al clima cálido y húmedo.

La caña guadua tiene una serie de ventajas como material de construcción. Es un recurso renovable, crece rápidamente, no requiere grandes cantidades de energía para su producción y transporte, y su procesamiento es más limpio que otros materiales como el acero o el concreto. Además, debido a su elasticidad y flexibilidad, la caña guadua es altamente resistente a los terremotos, lo que la convierte en una opción ideal para la construcción en zonas sísmicas.

El estudio de Delgado (2017), se muestra que la caña guadua es un material viable y sostenible para el desarrollo del “ecoturismo” en la Amazonía ecuatoriana, ya que su uso puede reducir el impacto ambiental y promover la economía local. La construcción con caña guadua no solo es más ecológica que otros materiales, sino que también es más económica y accesible para la población local.

Por lo tanto, se puede concluir que la caña guadua es un material de construcción sostenible y resistente que tiene un gran potencial para el desarrollo del “ecoturismo” en la Amazonía ecuatoriana. Su uso puede ayudar a reducir el impacto ambiental y promover la economía local, y también puede ofrecer una alternativa económica y accesible para la población local. Sin embargo, se requieren más investigaciones y pruebas para determinar la viabilidad y calidad del uso de la caña guadua en otros contextos y regiones.

5. Conclusiones

A partir del análisis de fuentes secundarias, se validó que la caña guadua es un material con notable resistencia y flexibilidad. Sus propiedades mecánicas son comparables, y en algunos casos superiores, a materiales tradicionales como el concreto, el ladrillo y la madera. Por tanto, se cumplió el objetivo de conocer el estado del arte de las construcciones con caña guadua y su resistencia mecánica.

Por otra parte, la revisión bibliográfica permitió comparar las características constructivas de la caña guadua con otros materiales de construcción típicos, tales como el concreto, el ladrillo y la madera. Se encontró que la caña guadua presenta diversas ventajas, tales como su bajo costo, su alta resistencia y su capacidad de crecimiento y regeneración. Por tanto, se puede afirmar que la caña guadua es un material viable para su uso en la construcción de edificaciones turísticas en la Amazonía ecuatoriana.

Se logró conocer el estado del arte de las construcciones con caña guadua y su resistencia mecánica, comparar las características constructivas de la caña guadua con materiales típicos de construcción y establecer su viabilidad de construcción con caña guadua mediante la observación. Estos resultados permiten afirmar que la caña guadua es un material de construcción sostenible y viable para el desarrollo del “ecoturismo” en la Amazonía ecuatoriana.

Se recomienda continuar investigando sobre las construcciones con caña guadua en otras regiones y contextos, ya que esto permitiría ampliar la comprensión sobre su resistencia mecánica y sus limitaciones. Además, se sugiere explorar nuevas técnicas de construcción y análisis para determinar la resistencia mecánica de la caña guadua con mayor precisión.

Otros aspectos importantes para continuar con investigaciones en el área tienen que ver con las características constructivas de la caña guadua, así como sus ventajas y desventajas en comparación con otros materiales de construcción. Además, se sugiere realizar estudios comparativos que permitan determinar la viabilidad de su uso en diferentes contextos y tipos de edificaciones.

Según criterios y características arquitectónicas, es interesante que se tomen en cuenta las edificaciones turísticas, así como las preferencias y necesidades de los turistas en cuanto a su alojamiento. Además, se sugiere explorar nuevas formas de diseño y construcción con caña guadua que permitan crear edificaciones turísticas que sean estéticamente atractivas, funcionales y sostenibles.

Finalmente, se encontró que muchas de estas edificaciones presentan un estilo rústico y una arquitectura acorde con el entorno natural. Asimismo, se pudo constatar que la caña guadua es un material utilizado en la construcción de algunas de estas edificaciones turísticas. Por tanto, se puede afirmar que la caña guadua es una opción viable para la construcción de edificaciones turísticas en la Amazonía ecuatoriana.

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente y Tecnología (CAT), y Sistemas embebidos y ción artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA-4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Referencias

- Aguirre, D. C., & Estrella, P. J. (2022). Determinación de las propiedades geométricas y mecánicas de compresión y tracción de la especie *Phyllostachys aurea* del Ecuador. *Revista Campus*, 27(34).
- Aguirre, S., & Mestanza, C. (2022). Indicadores de sostenibilidad turística enfocados al turismo comunitario: Caso de estudio Comunidad Kichwa "Shayari", Sucumbíos-Ecuador. *Green World Journal*, 5, 017.
- Bolaños, J., Pérez, J. R., & León, D. (2016). Estudio comparativo de estructuras ligeras en guadua y pino caribe. *Revista científica*, 4(3), 51-59.
- Candela, J. R., & Reye, N. T. (2020). Análisis de las conexiones estructurales de una vivienda de carácter social prediseñada con caña guadúa. *Didascalía: didáctica y educación*, 11(4), 14-26.
- Cárdenas, C. A., Niquén, E. V., & González, G. A. (2020). Diseño y construcción de un albergue turístico a base de guadua. *Revista de Investigación Académica*, 18(1), 1-10.

- Cartay, R., & Chaparro, E. (2020). Usos Turísticos de la Biodiversidad en la Región Amazónica Ecuatoriana. *Rosa dos Ventos*, 12(3), 484-504.
- Castiblanco Rodríguez, F., & Torres Vásquez, H. (2020). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del culmo de Guadua angustifolia en la construcción y estudio de un método de protección a la intemperie*. [Tesis pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/25180>
- Chávez, M. T., & Vanga, M. G. (2022). Diseño de un paradero turístico con caña guadua: rescatando la arquitectura vernácula. *Domino de las Ciencias*, 8(2), 724-750.
- Delgado, G. (2017). Ecología y ambiente. Diseño y sustentabilidad en construcciones con caña guadúa. *Diseño Arte y Arquitectura*, (2), 75-93.
- Echezuría, H. (2018). El bambú como recurso sustentable para construcción de viviendas de bajo costo. *Tekhné*, 21(2), 52-68.
- García, R. J., Galván, J. A., & Soto, E. (2019). Diseño y construcción de una vivienda sustentable a base de guadua. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 18(34), 95-105.
- Giuseppina, M., Briones, O., Zevallos, I., & Delgado, D. (2021). Bioconstrucción de vivienda unifamiliar de interés social con caña Guadua angustifolia Kunth. *Revista Digital Novasinerгия*, 4(1), 53-73.
- Gonzalez, I., & Molina, B. (2021). Arquitectura en tierra. Raquis de palma como elemento estructural para los sistemas constructivos en tierra. *Boletín Redipe*, 10(9), 489-501.
- Hernández, R., & Cantillo, E. (2018). La restauración ecológica como estrategia de construcción social en la Vereda Chipautá, Municipio de Guaduas, Cundinamarca. *Ambiente y Desarrollo*, 22(42), 1-15.
- Hernández-Zamora, M. F., Jiménez-Martínez, S., & Sánchez-Monge, J. I. (2021). Materiales alternativos como oportunidad de reducción de impactos ambientales en el sector construcción. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(2), 3-10.
- Intriago, F. A., & Chevez, J. R. (2021). Factibilidad técnica de unidades habitacionales sociales con materiales no tradicionales como la Caña Guadúa: Parroquia Picoazá. Polo del Conocimiento. *Revista científico-profesional*, 6(11), 980-1003.
- Llumiquinga, J. L. (2023). Calidad de la vivienda de caña guadúa en Ecuador: Área rural vs área urbana. *Polo del Conocimiento*, 8(1), 1385-1409.
- López, A., Sánchez, R., & Mora, C. (2015). Construcción de cabañas turísticas con guadua en Monteverde, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente*, 84, 64-69.
- Mena, K., & Soliz, J. B. (2021). Construcción de viviendas biosustentables como una oportunidad de desarrollo Territorial en el cantón Tena, Napo. *Cienciamatria*, 7(3), 1049-1081.
- Paz, A. (2012). Construcción con Guadua para el Desarrollo Turístico en Colombia. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 9(1), 47-54.
- Perdigão, A. K. (2020). El hábitat amazónico desde la perspectiva de la sostenibilidad: entre arquitectura erudita y vernácula. *Revista Latino-americana de Ambiente Construído & Sustentabilidade*, 1(4).

- Plaza, A., & Rojas, C. (2014). Guadua bambú como material constructivo en la Amazonía peruana. *Ambiente Construido*, 14(4), 117-129.
- Toro, A., & Torrado, D. (2021). Guadua (*guadua angustifolia*) material de innovación para el diseño. *Formación Estratégica*, 3(2), 81-96.
- Torres, B., Segarra, M., & Bragança, L. (2019). El bambú como alternativa de construcción sostenible. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 5, 389-400

AUTORES

Wilfrido Marco Calle Chuinda. Ingeniero Civil. Representante legal constructora Tecnihouse S.A.

Trajano Javier González Redrován. Ingeniero electrónico. Magíster en Energías Renovables, Magíster en Administración de Empresas, mención en gestión de proyectos.

Manuel Salvador Alvarez Vera. Ph.D. en Ingeniería y Ciencias Ambientales, Magister en Protección y Remediación Ambiental; Especialista en Docencia Universitaria; Ingeniero Agrónomo; Docente Investigador de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE).

DECLARACIÓN

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes ajenas a este artículo.

Notas

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.