

Desarrollo sostenible: el bambú como acero verde.

Magaly Sanchez Garavito 2205071

Estudiante de arquitectura Universidad Santo Tomás,
seccional Tunja

Magaly.sanchez@usantoto.edu.co

Camila Alejandra Sierra Duarte

Estudiante de Arquitectura Universidad Santo Tomás,
seccional Tunja.

Camila.sierra@usantoto.edu.co

Resumen

El artículo busca resaltar los diferentes usos del bambú como el material que siempre ha estado presente en las áreas más cálidas, pero que no se le ha brindado la importancia que debería tener como material de construcción tanto en elementos estructurales como en el diseño de interiores siendo amigable y natural para el medio ambiente.

La construcción con este material en estructuras aporta nuevas oportunidades de construir viviendas más económicas y totalmente sostenibles, al considerar las ventajas que presenta la caña de bambú, su velocidad de crecimiento y su facilidad de propagación en el lugar.

Este artículo resalta las características de este material utilizado como materia prima al momento de la construcción de viviendas rurales en diferentes municipios de Boyacá; se utilizará una metodología descriptiva, donde se mostrarán

diferentes estudios que fueron todo un éxito de aplicabilidad y que sirven de ejemplo para llevar a cabo la implementación de este acero verde.

PALABRAS CLAVE:

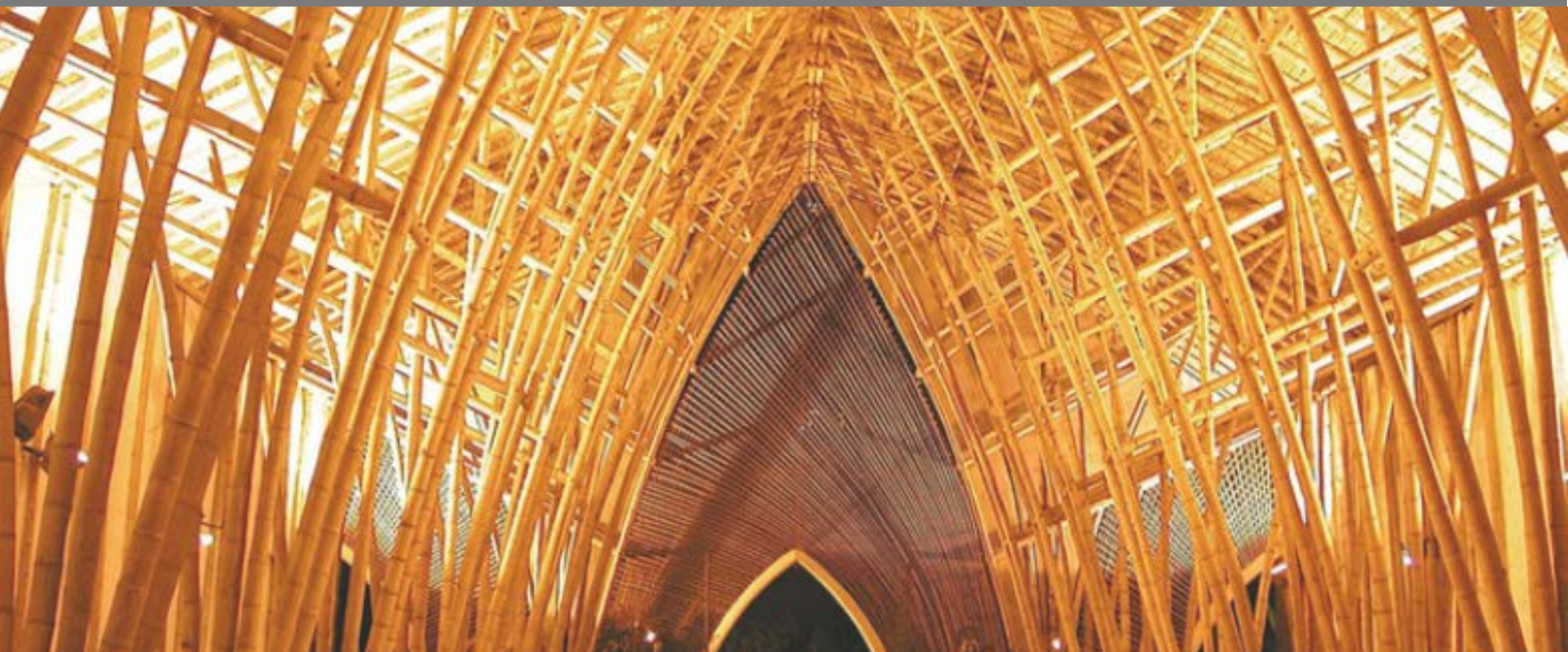
Guadua: Planta gramínea similar al bambú que está compuesta por un tallo arbóreo, espinoso y repleto de agua, suele tener una altura de hasta 20 m de alto por 20 cm de ancho; usualmente es aplicada en la construcción de instalaciones rurales.

Sostenible: Se refiere a algo que está en condiciones de conservarse o reproducirse por sus propias características, sin necesidad de intervención o apoyo externo. El término puede aplicarse sobre diversas cuestiones: métodos productivos, procesos económicos, etc.

Renovable: Hace referencia a aquello que tiene posibilidades de ser renovado. El verbo renovar, por su parte, está vinculado a regresar algo a su primer estado o a dejarlo como nuevo.

Guadua Angustifolia Kunth: Popularmente denominada guadua o tacuara, es una especie botánica de la subfamilia de las gramíneas Bambusoideae, que tiene su hábitat en la selva tropical húmeda a orillas de los ríos.

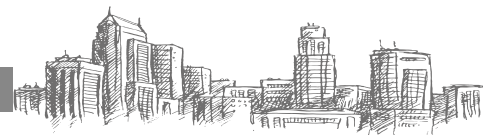




Abstract

The article seeks to highlight the different uses of bamboo as the material that has always been present in the warmest areas, but which has not been given the importance that both structural elements and interior design should have as a construction material, being friendly and natural for the environment.

Building with this material in structures provides new opportunities to build more economical and totally sustainable homes, considering the advantages that bamboo cane presents, its growth rate and its ease of propagation on site. This article highlights the municipality of Guateque Boyacá, where the greatest growth of bamboo is generated, in order to propose new strategies for the construction and growth of the municipality.



Keywords: Guadua, Sustainable, Renewable, Guadua Angustifolia Kunth.

Introducción

Las viviendas de interés social en Colombia se han vuelto una de las alternativas más factibles para obtener una vivienda propia, gracias a sus costos bajos y sin olvidar su facilidad de adquisición, una gran alternativa para las

problemáticas que se presentan en la parte rural de nuestro país es el uso de la guadua Angustifolia Kunth considerada como el “acero vegetal” debido a sus grandes propiedades estructurales y de resistencia.

Resultados muestran que en muchas circunstancias el bambú funciona como único y principal elemento soportando el peso de las cargas.(Figura 1).





Figura 1: Kontum Indochine Café, Kon Tum (Vietnam).
Fuente: dossierarquitectura.com



También este puede ser parte de los elementos estructurales que no hacen mayor esfuerzo sometiéndolo a un papel secundario. (Figura 2).

Teniendo en cuenta lo anterior en este artículo se mostrará diferentes estudios que se llevaron a

cabo al realizar un diseño estructural de vivienda con un enfoque de interés social recordando la magnitud de cultivos de bambú existentes en Colombia y especialmente en Boyacá.



Figura 2: Cubierta de la terminal T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Fuente: ABC.es



El objetivo de este artículo investigativo es principalmente generar una conciencia ecológica determinando las propiedades físicas y naturales, de la especie de *guadua angustifolia*, buscando la necesidad e importancia de cultivar esta planta como material de construcción de viviendas de interés social marcando la diferencia con el llamado acero vegetal que nos brinda la naturaleza buscando una manera de enmendar el daño que le hemos causado durante mucho tiempo al planeta.

Metodología

Para el desarrollo de este artículo se realiza una investigación descriptiva llevando a cabo una muestra de las diferentes características del bambú en general y resultados de diferentes pruebas que son ejemplo de la viabilidad de este material finalizando con muestras hechas en Colombia.

***Guadua Angustifolia* Kunth.** Hacen parte de la familia de los pastos verdaderos siendo plantas y se nombran como uno de los tipos de grama más considerables del mundo. Desarrollan varias

cañas o tallos al año, varios son herbáceos y otros leñosos.

Usos de la *guadua*. Gracias a sus características el bambú tiene diferentes usos esto dependiendo de sus partes, un ejemplo es el hecho de que se ha empezado a utilizar en laminados de bambú, igualmente, se usan para la fabricación de productos en molduras, perfiles para puertas, tarimas, tableros, chapa, lamas, etc. Sin olvidar que cada parte del bambú se puede usar con varios objetivos como se demuestra en la (Figura 3).

Demostrando que al construir con este material viviendas de interés social serían más seguras en un porcentaje alto en nivel de sismo resistencia, incluyendo que en economía son más accesibles para las familias de recursos bajos, buscando así una solución al déficit habitacional.



Figura 3. Partes de la Guadua y sus Usos

Fuente. DE NAVAS GUTIÉRREZ, Elvira. Aplicaciones estructurales de la guadua (Guadua angustifolia Kunth). Proyecto de Estructura Modular Multifuncional en Colombia. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Modalidad trabajo de grado, 2011. p. 25

	DESCRIPCIÓN	UTILIZACIÓN
COPA	Parte apical de la guadua con una longitud de 1,20 a 2,00 m	Se repica en el suelo del guadual como aporte de materia orgánica.
VARILLON	Sección de menor diámetro Su longitud tiene aproximadamente 3 metros.	Se utiliza en la construcción como correa de techos con tejas de barro o de paja. Se emplea como tutor en cultivos transitorios.
SOBREBASA	Es un tramo de guadua con buen comercio debido a su diámetro, que permite un uso variado. Posee una longitud aproximada de 4 metros.	Utilizada como elemento de soporte en estructuras de hormigón de edificios en construcción. También se emplea como viguetas para diseñar planchas y como postes de espalderas en cultivos.
BASA	Parte de la guadua que mayores usos tiene, debido a su diámetro intermedio. Es la sección más comercial de la guadua. La longitud es de 8 metros aproximadamente.	De esta sección se elabora generalmente la esterilla, la cual tiene múltiples usos como son la construcción de paredes, para el entramado de cubiertas, etc. Esta parte se utiliza para vigas y columnas en construcciones nuevas de guadua.
CEPA	Sección basal del culmo de mayor diámetro, debido a sus entrenudos más cortos proporciona una mayor resistencia y tiene una longitud de 3 metros.	Se utiliza para columnas en construcción y para cercos.
RIZOMA	Es un tallo modificado, subterráneo, que se conoce popularmente como "caimán".	En decoración, muebles y juegos infantiles.



Como se puede evidenciar en la Figura 3 cada pequeña parte de la Guadua es utilizada un ejemplo claro es de la cepa que contiene mayor diámetro y espesor formando como mayor característica que la distancia entrenudos es más corta y el espesor de sus paredes es mayor brindándole mayor resistencia siendo este el que nos representa los elementos estructurales como vigas y columnas en la construcción, igualmente que la Basa con una longitud de 6 a 10 metros normalmente se usan como vigas, esterillas, casetones y muchos más usos.

Secado de la guadua Angustifolia Kunth. El bambú tiene una gran característica y es el hecho de que presenta una alta durabilidad natural sin olvidar que puede tener complicaciones ya que es vulnerable a los ataques de insectos xilófagos y a las condiciones atmosféricas. (Cuadro1). Para evitar este deterioro se puede preservar de manera natural cual se conoce como **avinagrado**. (Figura 4) o en un secado artificial (Figura 5) que se evidencian adelante.

Condición	Años
A la intemperie	1 – 3
Bajo cubierta	4 – 7
En circunstancias favorables	10 – 15
En el mar	Menos de 1

Cuadro 1. Durabilidad de la Guadua en Diferentes Condiciones

Fuente. ORDÓÑEZ CANDELARIA, Víctor Rubén; MEJÍA SAULÉS, Ma. Teresa y BÁRCENAS PAZOS, Guadalupe M. Manual para la construcción sustentable con bambú. México: Comisión Nacional Forestal, 2002. p. 25



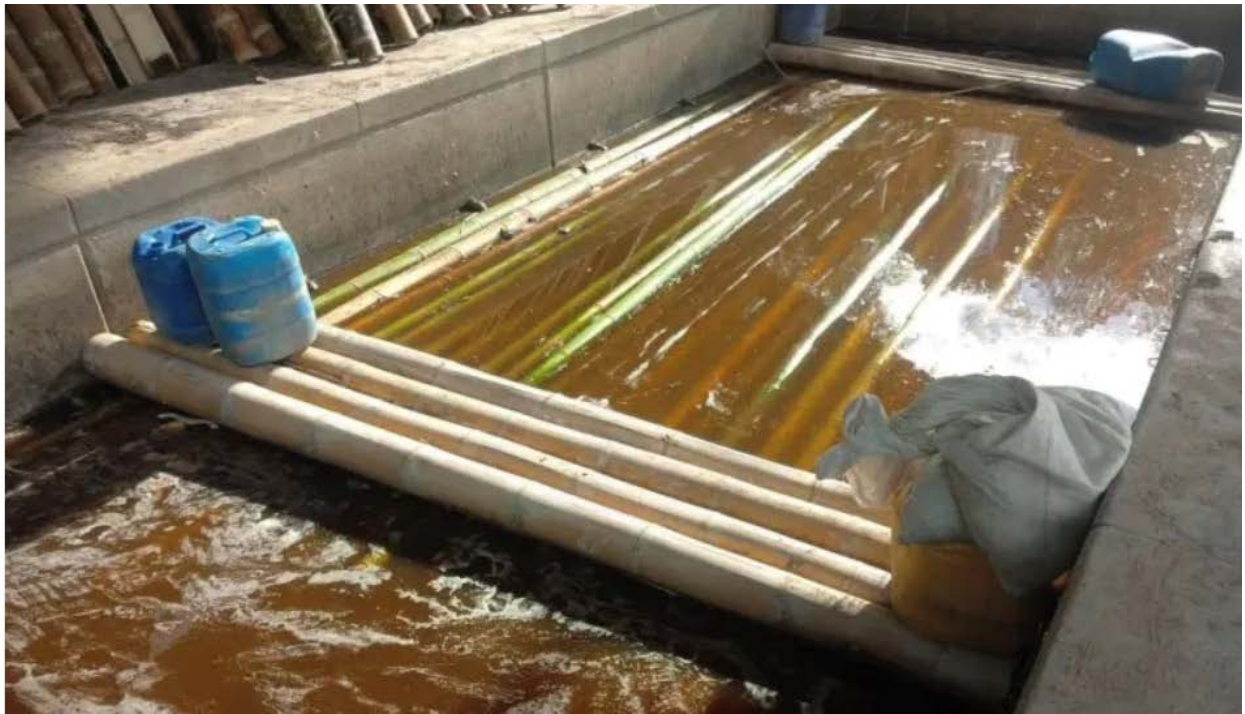


Figura 4. Inmunización de la Guadua.
Fuente. Guadua y bambu Colombia



Secado Solar Pasivo



Secado Solar Activo



Figura 5. Secado Artificial de la Guadua

Fuente. MORÁN UBIDIA, Jorge. Construir con Bambú Manual de construcción. 3 ed. Guayaquil: Red Internacional de Bambú y Ratán INBAR, 2015. p. 26



Aplicaciones estructurales.



Figura 6: Distintos usos del bambú en crudo dependiendo de la madurez a la que se tala.

Fuente: fao.org

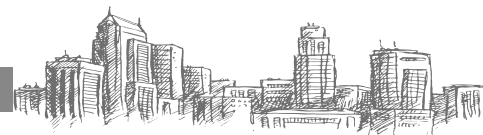




La aplicabilidad del bambú puede ser variada iniciando por su tala (Figura 6). Se puede ver su uso desde lo más simple como lo son unas varas amarradas entre sí para formar una cubierta o unas más complicadas como grandes puentes, edificios o un andamio de más de 10 plantas en Hong Kong (Figura 7) que demuestra que se puede usar de manera segura además de ser ligeras, de manejabilidad fácil ocupando menos espacio y lo más importante económicas.

Figura 7: Andamiaje de bambú en la ciudad de Kowloon, Hong Kong (China).

Fuente: CNN.



Para el uso del bambú como elemento estructural es necesario cuidar de su durabilidad por eso es necesario aislarla del suelo debido a la humedad. La guadua tiene propiedades mecánicas muy interesantes comparadas con lo demás materiales de construcción no se queda atrás. (Cuadro 2)

Material de trabajo	Esfuerzo de trabajo	Elasticidad	Tensión	Energía de tensión acumulada	
	(N/mm ²)	(N/mm ²)-6	En 10 ⁹	J/m ³	J/Kg
Hormigón	8.0	25.000	300	1.200	0.5
Acero	160.0	210.00	800	64.000	8.2
Madera	7.5	11.000	700	2.600	4.3
Bambú	10.0	20.000	500	2.500	4.2

Cuadro 2. Análisis comparativo con materiales de construcción convencionales. Fuente. Boletín del programa sectorial de producción agrícola 2013

Es de gran importancia y una pieza bastante significativa para estas construcciones las uniones que en muchas ocasiones por mal manejo se termina rajando la guadua por eso es necesario el uso de un ensamblaje tecnificado y de mayor complejidad.(Figura 8)





Figura 8: Unión cónica con esfera, J. Stamm.

Fuente: bambumex.org

Definimos que la guadua es hoy en día un material que todavía se le tiene desconfianza ya que mucho lo conocen como material para chozas poco durable, lo cierto es que por todo el mundo se ha implementado y hoy más en Colombia gracias al arquitecto Simón Vélez que ha encontrado la gran capacidad del bambú y lo ha aprovechado al máximo con estilo inigualable es un arquitecto comprometido con el tema ambiental, los recursos naturales y en este artículo lo mostraremos como referente importante, gracias a su lucha frente a Alemania con pruebas de cargas resistencia que fueron exitosas y que hoy el bambú es homologado como de construcción. (Figura 9 y 10)





Figura 9: Réplica del pabellón de la guadua de la Expo-Hannover 2000, Manizales (Colombia).
Fuente: plataformaarquitectura.cl





Figura 10: Iglesia privada/ Vía Flickr usuario: BBC worldservice. Used under Creative commons.
Fuente: plataformaarquitectura.cl



Diseño Arquitectónico y estructural de una vivienda de interés social.

Estas viviendas necesitan unas características técnicas específicas según la norma colombiana, el diseño de las viviendas de interés social se debe

tener en cuenta las siguientes características de arquitectura:

Aspecto	Descripción	Requisito
Lote	Pendiente (%) Propiedad del predio	0 – 2 Certificado de Titularidad del predio
Población	Rango de habitantes Vulnerabilidad	8 por Unidad Niveles 1 y 2 Sisben
Condiciones geográficas	Altura (msnm)	Menor a 1000 (clima cálido)
Suelo	Permeabilidad	Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm de agua menor a 12 minutos - No se aceptan suelos impermeables
	Característica	No inundable
	Nivel freático	Mínimo 1,5 m desde la superficie del terreno
Ubicación	Tipo zona	Rural
Servicios	Disponibilidad de Servicios públicos	Agua Potable(Oferta mínima de 45 l/habitante.día)

Cuadro 3 Criterios para la Implementación de un Prototipo de Diseño de vivienda de Interés Social Rural

Fuente. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Construcción de Vivienda de Interés Social Rural. Versión 2.0. Bogotá: Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas Construcción, 2017. p. 17



Arquitectura bioclimática El objetivo de las viviendas de interés social es que vayan de la mano con el ahorro energético, conservación ambiental y desarrollo sostenible. Consecuente a esto se busca brindar un confort climático como la luz solar y la ventilación natural, recordando que estos prototipos bioclimáticos de viviendas en bambú tienen una positiva contribución a la disminución de la huella de carbono.

“Según el INBAR, la guadua se presenta como una alternativa para combatir el cambio climático, ya que ésta posee una gran capacidad de almacenamiento de carbono a escala, así mismo, es capaz de reemplazar materiales que emiten altos niveles de carbono como el PVC, el acero y el concreto.” - INBAR. Vivienda Bioclimática En Bambú. Quito: La Empresa [citado 5 octubre, 2019].

El diseño de ejemplo es realizado en una tesis con grandes resultados siendo una vivienda de interés social con 61.55 m² con teja termoacústica, la mampostería la presentan en esterilla de guadua y mortero, para el diseño estructural se realizó el sistema a porticado. (Figura 11)



Figura 11. Vivienda de Interés Social Rural
Fuente. repository.ucatolica.edu.co



Los elementos estructurales del tejado son fijados a la columna o poste principal, permitiendo un sistema sismorresistente bastante eficiente igualmente la cimentación.

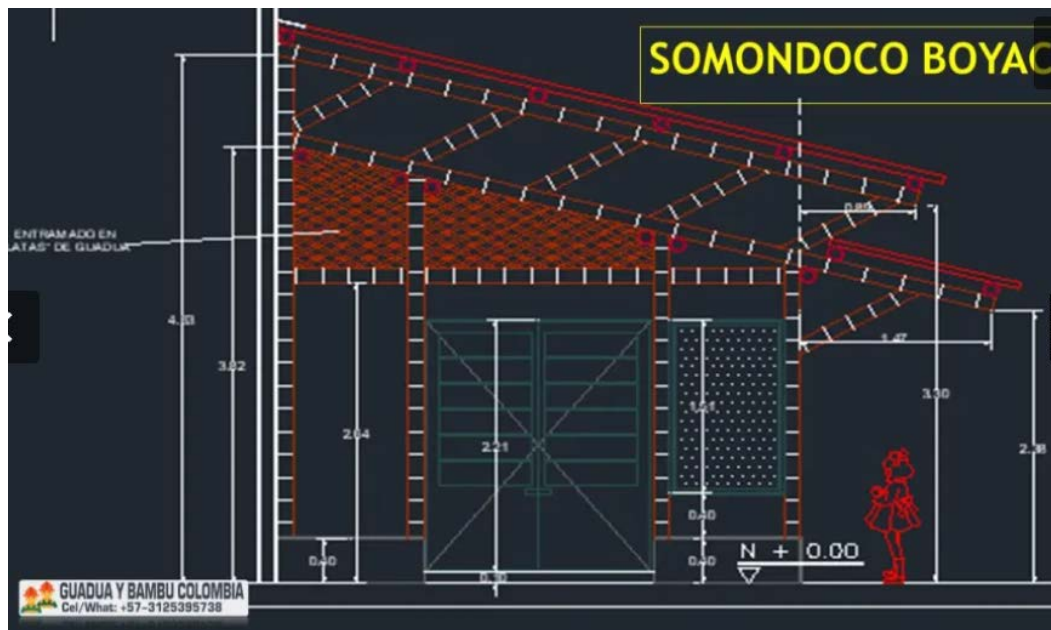


Figura 12. Ejemplo de estructura con cubierta en guadua. Fuente. Guadua y bambú Boyacá -Colombia





Figura 12. Ejemplo de estructura con cimentación en guadua. Fuente. Guadua y bambú Boyacá -Colombia.



Conclusiones

Se concluye que el bambú responde de manera positiva respecto al comportamiento en respuesta a flexión, tracción y compresión remplazando a los materiales convencionales en la construcción.

Como resultado en la búsqueda de diferentes fuentes e investigaciones se concluye que dentro de sus propiedades mecánicas se puede resaltar la flexibilidad y la gran resistencia a tracción, altos valores respecto a la compresión, no olvidar que presenta dificultad al ser sometida a esfuerzos cortantes, es versátil y presenta una rápida construcción. Además de su alto potencial en la producción de energía calórica como en el enfriamiento de ambientes gracias a su porosidad, generando un buen eje térmico y dando un excelente acabado.

Es posible concluir que la arquitectura con bambú es una gran oportunidad que nos podrá ayudar a mitigar el impacto ambiental generado por el hombre a través de los años, además de que este material es sustentable y económico, nos puede brindar gran cantidad de usos que podemos usar

a favor del medio ambiente y de la economía personal logrando así un mejor desarrollo social, llevando a una solución ambiental sin tener algún perjuicio.

Referencias

- CASTAÑEDA, L (2015) LA GUADUA UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL, 26, 27, 35, 37.
- VELEZ, S (2008) Actualidad y futuro de la arquitectura de bambu en Colombia, 257, 284, 289.
- DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL EN GUADUA (ANGUSTIFOLIA KUNTH) 2019 <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24357/1/TEISIS%20DE%20GRADO%20%28Vivienda%20de%20Interes%20Social%29%20%281%29.pdf>
- Dyna (2007)ESTRUCTURA INTERNA DE LA GUADUA Y SU INCIDENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS, 82,83.



Stéphane Schroder (9 de noviembre de 2014) en Guadua bamboo

Sencico (2017) MANUELA DECONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS EN BAMBÚ, 66,68.

Scalona (2017) MÉTODO DEL EMPLEO DEL BAMBÚ COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS, 6, 7, 8.

Martínez G. (2015) BAMBÚ COMO MATERIAL ESTRUCTURAL, GENERALIDADES, APLICACIONES Y MODELIZACIÓN DE UNA ESTRUCTURA, 4, 12, 15.

Ubidia M.(2015) CONSTRUIR EN BAMBÚ - CAÑA GUAYAQUIL, 10,27, 73.

BAMBÚ COMO MATERIAL ESTRUCTURAL: GENERALIDADES, APLICACIONES Y MODELIZACIÓN DE UNA ESTRUCTURA TIPO [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55983/MARTINEZ%20-%20Bamb%C3%BA%20como%20material%20estructural%3A%20Generalidades%2C%20aplicaciones%20y%20modelizaci-](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55983/MARTINEZ%20-%20Bamb%C3%BA%20como%20material%20estructural%3A%20Generalidades%2C%20aplicaciones%20y%20modelizaci%20)

[C3%B3n%20de%20una%20est....pdf?sequence=1](https://www.archdaily.co/co/02-265878/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez)

Arquitectura en Bambú: la obra de Simón Vélez 2013 <https://www.archdaily.co/co/02-265878/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez>

