



*Factibilidad técnica de unidades habitacionales sociales con materiales no tradicionales como la Caña Guadúa: Parroquia Picoazá*

*Technical feasibility of social housing units with non-traditional materials such as Caña Guadúa: Picoazá Parish*

*Viabilidade técnica de unidades de habitação social com materiais não tradicionais como Caña Guadúa: Freguesia de Picoazá*

Fernando Andree Monge-Intriago <sup>I</sup>  
[Fmonge4391@utm.edu.ec](mailto:Fmonge4391@utm.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-1334-2328>

Jimmy Rolando Polanco-Chevez <sup>II</sup>  
[Jimmy.polanco@utm.edu.ec](mailto:Jimmy.polanco@utm.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-7429-4599>

**Correspondencia:** [Fmonge4391@utm.edu.ec](mailto:Fmonge4391@utm.edu.ec)

Ciencias Administrativas  
Artículo de Investigación

**\*Recibido:** 30 de Septiembre de 2021 **\*Aceptado:** 30 de Octubre de 2021 **\* Publicado:** 16 de Noviembre de 2021

- I. Estudiante de la Maestría en Ingeniería Civil, Mención Construcción de Vivienda Social, Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Docente de la Maestría en Ingeniería Civil, Mención Construcción de Vivienda Social, Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

## Resumen

Ecuador cuenta con un material resistente para construir edificaciones ecológicas, sociales, saludables para los seres humanos, para ello es indispensable realizar estudios de viabilidad para evaluar las posibilidades de construcción de este tipo de viviendas en la parroquia Picoazá, perteneciente al cantón Portoviejo, en la provincia de Manabí – Ecuador. Este artículo científico tiene como propósito primordial analizar la factibilidad técnica para desarrollar unidades habitacionales sociales con la materia prima: caña guadúa, debido a que es un material de construcción de bajo costo, que se está retomando para la edificación por sus múltiples ventajas. La metodología empleada está fundamentada en una investigación de tipo documental, considerando aspectos teóricos y conceptuales sobre la factibilidad técnica para el desarrollo de viviendas de interés social con los recursos disponibles de la parroquia Picoazá. Este artículo resalta la factibilidad de la caña guadúa como material idóneo para la construcción de viviendas, ya que posee propiedades óptimas para la edificación, a partir de sus características técnicas que lo hace un material viable en este tipo de construcciones. Para que las viviendas diseñadas con caña guadúa sean técnicamente factibles, en nuestro país, deben cumplir con los parámetros del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), de la Empresa Pública de Vivienda (EPV), proyectadas bajo la Norma Ecuatoriana de Construcción con Caña Guadúa y las Ordenanzas municipales.

**Palabras clave:** caña guadúa; vivienda social; viabilidad; interés social; Picoazá.

## Abstract

Ecuador has a resistant material to build ecological, social, healthy buildings for human beings, for this it is essential to carry out feasibility studies to evaluate the possibilities of construction of this type of housing in the Picoazá parish, belonging to the Portoviejo canton, in the Manabí province - Ecuador. This scientific article's primary purpose is to analyze the technical feasibility to develop social housing units with the raw material: guadúa cane, because it is a low-cost construction material, which is being retaken for construction due to its multiple advantages. The methodology used is based on a documentary research, considering theoretical and conceptual aspects about the technical feasibility for the development of low-income housing with the available resources of the Picoazá parish. This article highlights the feasibility of guadúa cane as an ideal material for the construction of houses, since it has optimal

properties for construction, based on its technical characteristics that make it a viable material in this type of construction. For homes designed with guadúa cane to be technically feasible, in our country, they must comply with the parameters of the Ministry of Urban Development and Housing (MIDUVI), of the Public Housing Company (EPV), projected under the Ecuadorian Construction Standard with Caña Guadúa and municipal ordinances.

**Keywords:** caña guadúa; social housing; viability; social interest; Picoazá.

## Resumo

O Equador dispõe de um material resistente para a construção de edificações ecológicas, sociais e saudáveis para o ser humano, para isso é imprescindível a realização de estudos de viabilidade para avaliar as possibilidades de construção deste tipo de habitação na freguesia de Picoazá, pertencente ao cantão de Portoviejo, em. a província de Manabí - Equador. O objetivo principal deste artigo científico é analisar a viabilidade técnica para o desenvolvimento de unidades de habitação de interesse social com a matéria-prima: a cana-de-guadúa, por ser um material de construção de baixo custo, que está sendo retomado para construção devido às suas múltiplas vantagens. A metodologia utilizada assenta numa pesquisa documental, considerando aspectos teóricos e conceituais sobre a viabilidade técnica para o desenvolvimento de habitações populares com os recursos disponíveis da freguesia de Picoazá. Este artigo destaca a viabilidade da cana-de-guadúa como material ideal para a construção de casas, uma vez que possui propriedades ótimas para construção, devido às suas características técnicas que a tornam um material viável neste tipo de construção. Para que as moradias projetadas com cana-de-guadúa sejam tecnicamente viáveis, em nosso país, devem obedecer aos parâmetros do Ministério de Desenvolvimento Urbano e Habitação (MIDUVI), da Empresa de Habitação Pública (EPV), projetadas sob a Norma Equatoriana de Construção com Caña Guadúa e portarias municipais.

**Palavras-chave:** cana guadúa; habitação social; viabilidade; interesse social; Picoazá.

## Introducción

Las unidades habitacionales sociales surgen como elementos fundamentales para garantizar la condición humana (Instituto Interamericano de Derechos Humanos, 2008) es decir, debe satisfacer las necesidades sociales, fisiológicas, psicológicas y espirituales del ser humano. En

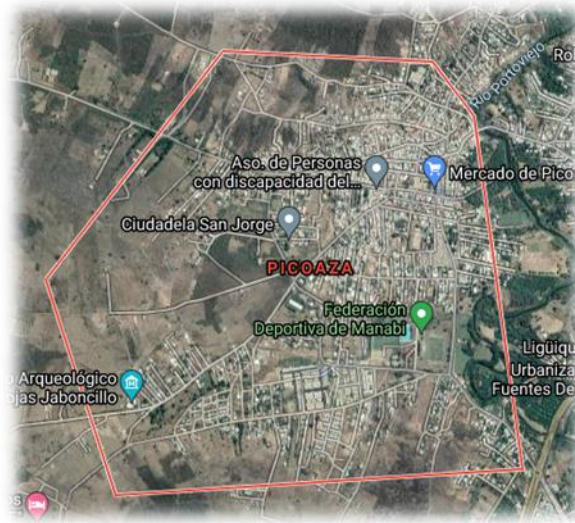
ellas se desarrolla la vida privada de los seres humanos, son espacios de reunión, de convivencia, protección familiar y en su conjunto, de las comunidades, sin embargo, la falta de vivienda es uno de los problemas que más inquieta a la sociedad presente.

La vivienda constituye un derecho humano. ONU-Hábitat (2010) indica que “El derecho internacional de los derechos humanos reconoce el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado, incluida una vivienda adecuada” (p. 1). Es decir, que todos los seres humanos tienen el derecho de acceder, sin ningún tipo de discriminación y en igualdad de condiciones, a una residencia digna, con una estructura adecuada para ser habitada; a su vez, que sea factible con disponibilidad de servicios indispensables para el buen vivir de los ecuatorianos. León (2015), explica que esta definición está descrita en la Carta Magna del Ecuador definiéndolo como “el goce efectivo de los derechos de las personas, así como de las comunidades, pueblos y nacionalidades...” (p.8) y se mide por medio de la educación, salud, viviendas, entre otras variables y que se identifique culturalmente con los habitantes de la región.

La Constitución de la República del Ecuador (2008) en su artículo 30 dice que “Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica” (p. 28). A pesar de lo expuesto, la República del Ecuador no escapa a la realidad mundial que experimenta déficit considerable de viviendas. Ocampo (2021) en su condición de presidente de la Cámara de la Industria de la Construcción expresa que “en Ecuador hay un déficit aproximado de 500 mil viviendas” (p. 1). Además, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC (2018) ubicó en Ecuador “el déficit de vivienda cuantitativa (familias que no tienen una casa estructurada o levantada para habitar) en 12,4 % a escala nacional (573.339 familias)” (p. 1).

En el territorio ecuatoriano, el déficit de vivienda en la parroquia Picoazá del Cantón Portoviejo, provincia de Manabí, no escapa esta realidad. Picoazá es una de las nueve parroquias urbanas de este Cantón y se encuentra ubicada de acuerdo a la Ordenanza de Delimitación del Área Urbana de la Ciudad de Portoviejo (1996), en los siguientes límites: por el norte: desde el río Portoviejo, hasta la ciudadela Las Flores; por el sur, desde el río Portoviejo hasta la ciudadela Los Ceibos y parroquia Andrés de Vera; por el este, Ciudadela el Pedregal y Loma de los Vientos y por el oeste, el río Portoviejo y la parroquia 18 de octubre. En la figura 1 se puede observar el mapa satelital de la parroquia Picoazá.

**Figura 1** Mapa satelital de la parroquia Picoazá del cantón Portoviejo, Provincia de Manabí.



**Fuente:** Google Maps (2021).

Para solventar el déficit de viviendas del 9,9 % que existe actualmente en la parroquia Picoazá (Primicias, 2021) es necesaria la promoción de construcción de unidades habitacionales de tipo social, con políticas económicas relacionadas, para que las personas tengan acceso a ellas. En la actualidad, existen diferentes alternativas para la construcción de viviendas dignas con materiales de alta durabilidad y que poseen un menor impacto ecológico para el planeta, además, de ser de bajo coste.

En Ecuador, manifiesta Briones (2020), es indispensable la aplicación de proyectos de unidades habitacionales que sean sostenibles con materiales ecológicos. Delgado (2017) expresa que existe “la necesidad de proponer una nueva visión del diseño y demandar a los ofertantes nuevas técnicas constructivas, creativas e innovadoras, materiales adecuados, respetuosos del ambiente” (p. 1).

En ese sentido, una alternativa real e interesante para abordar las posibilidades sociales, locales y económicas, con relación al desarrollo de unidades habitacionales accesibles, es la construcción de viviendas con materiales madereros no tradicionales, como es el caso de la caña guadúa, siendo un material de bajo impacto ambiental en su producción y ciclo de vida, y certificada para asegurarnos de su producción y origen sostenible.

La caña guadúa es un material beneficioso y económico para la construcción de viviendas, ya que proporciona alta resistencia con relación a su peso, también la superficie natural del material es limpia, dura y lisa (Hinojosa, 2016); además, Delgado (2017) indica que la caña guadúa “presenta características excepcionales para la proyección constructiva de viviendas, con nueva visión industrial y bajo impacto ambiental, pensados y mirados desde el diseño y la innovación” (p. 1).

Pero para la construcción de conjuntos habitacionales de intereses sociales en la parroquia Picoazá es necesario determinar un estudio técnico para evaluar los conocimientos, habilidades, equipos, herramientas, materiales y recursos necesarios para llevar a cabo con efectividad los procedimientos, funciones, métodos y la tecnología de un proyecto de este tipo.

Por esta razón, este artículo científico tiene como propósito primordial analizar la factibilidad técnica para desarrollar unidades habitacionales sociales en la parroquia Picoazá, con la materia prima: caña guadúa.

### **Materiales y métodos**

El presente artículo de revisión está fundamentado bajo la metodología documental, considerando aspectos teóricos y conceptuales sobre factibilidad técnica para el desarrollo de viviendas de interés social con los recursos disponibles en Picoazá. La metodología empleada está basada en el análisis, comprensión, generación de conocimientos y transferencia de aspectos teóricos relacionados con el estudio técnico de recursos para desarrollar unidades habitacionales en la parroquia Picoazá, del cantón de Portoviejo en la provincia de Manabí.

### **Resultados y discusión**

Debido al déficit de viviendas sociales en el mercado ecuatoriano, es indispensable encontrar alternativas factibles, sismoresistentes y a la vez ecológicas para reemplazar la demanda de unidades habitacionales sociales en la parroquia Picoazá, que cumplan con las condiciones mínimas de habitabilidad, es decir, que tengan las características técnicas, de calidad, de aplicación y sentido de una edificación realizada con material ecológico, como es el caso de la caña guadúa, de acuerdo a las normativas vigentes y ordenanzas municipales, para hacer de ella un ambiente digno de sus ocupantes, haciéndola una alternativa técnicamente factible. Para ello es necesario realizar un estudio de factibilidad. A continuación, se describe el estudio de

factibilidad técnica realizado a la parroquia Picoazá, con el objetivo de desarrollar unidades habitacionales sociales con el uso de la caña guadúa.

### **Morfología urbana, tipología habitacional y estratificación social de la vivienda actual en la parroquia Picoazá.**

Un estudio realizado por González y Véliz (2019), sobre las tipologías de viviendas que existen en la ciudad de Portoviejo, a partir de la observación directa, tuvo en consideración: la ocupación del suelo, la manera de organización entre las edificaciones como separación entre ellas, presencia de jardín y patio, altura, continuidad y regularidad, el uso de la planta baja, además de la relación entre la edificación y el espacio público. Identificaron cinco zonas morfológicas y a muchas de las viviendas existentes las clasificaron de la siguiente manera: Tipo 1, aquellas que están ubicadas en el centro histórico y están conformadas por estructuras de varios pisos con uso comercial en planta baja y portales corridos que permiten circular por toda el área resguardada del sol y la lluvia; en esta zona habitan personas fundamentalmente de clase media típico (estrato C+) y media baja (estrato D-), de acuerdo a datos del INEC (2011).

El tipo 2, se sitúa en la zona de transición entre el centro histórico y la periferia, la tipología predominante es la medianera, es decir, viviendas de menor altura (entre una y dos plantas) no son edificaciones de carácter comercial, pocas poseen jardín, siendo del mismo estrato social que el anterior. Las edificaciones tipo 3, son viviendas unifamiliares aisladas, con arquitectura moderna y con una alta ocupación del suelo, con jardines y corredores laterales, habitada por los estratos clase media alta (estrato B) y clase alta (estrato A) de acuerdo al INEC (2011).

González y Véliz (2019), definen las edificaciones tipo 4 como viviendas agrupadas en condominios privados cerrados, también con habitantes en la misma clase social que el anterior. En la periferia de la parroquia se encuentran las viviendas tipo 5, conformadas por los estratos sociales más bajos (estrato D), habitualmente edificadas con materiales naturales (barro, ladrillos, palmas, etc.) o precarios (láminas de zinc, esteras, cartón, materiales de edificaciones producto de demoliciones o catástrofes naturales, entre otros). Su diseño empleado generalmente es la misma arquitectura vernácula que traen cuando emigran a la ciudad, estos datos obtenidos de acuerdo a los censos realizados en la zona (Alvarado et al., 2017).

Además, en la parroquia de Picoazá, se encuentran las viviendas de interés social edificadas por el MIDUVI, construidas para familias que sean propietarios de un terreno y no exista una

vivienda o si la vivienda existente, haya sido calificada por el MIDUVI como no recuperable (Miduvi, 2021), con la finalidad de garantizar a la población el acceso al hábitat seguro y saludable incluyendo a una vivienda digna y al espacio público integrador (Miduvi) s.f.).

MIDUVI, recientemente, ha implementado el empleo de un conjunto de técnicas de construcción ancestral efectivas para cumplir con las necesidades básicas de las personas. Estas viviendas se adaptan al clima de la parroquia, y pueden ser implementadas en Picoazá (Briones, 2020). Estos diseños que se están implementando en los últimos años han sido adaptados de acuerdo a principios bioclimáticos de climas tropicales, siendo una técnica imprescindible para la protección y ventilación de las personas que habitan las viviendas y son métodos que en épocas precolombinas se utilizaban. Tal es el caso de materiales biodegradables como la caña, la madera, el barro, entre otras.

De acuerdo a Cedeño (2016), las viviendas en Picoazá se han desarrollado sobre suaves colinas, siendo más específica La Loma del Calvario. Además, hacia el centro actual de la comunidad se desarrolló con base en la cuadrícula española. Este mismo autor manifiesta que “la lógica de ocupación del espacio local y el asentamiento de los pobladores de Picoazá es de tipo orgánica (responde a relaciones familiares), más que geométrica (criterio español)” (p. 47).

En la parroquia, aún existen viviendas carentes de servicios básicos como el agua potable y alcantarillados (González y Véliz, 2019). Presenta calles secundarias en mal estado y problemas ambientales en el cauce del Río Portoviejo, por la descarga de aguas negras producto de la falta de alcantarillado. Con respecto a la energía eléctrica existe un déficit del 10% (Cedeño, 2016).

### **Estudio biofísico de la parroquia Picoazá**

El componente biofísico se considera fundamental para cualquier estudio de factibilidad técnica para el desarrollo de unidades habitacionales, así como, para determinar el tipo de diseño, el uso de materiales naturales de la zona, entre otros. La parroquia Picoazá posee un relieve irregular con alturas mínimas de 23 msnm y alturas máximas de 662 msnm. En cuanto a la geología, explica el Gobierno Autónomo Descentralizado-GAD del Cantón Portoviejo (2015), se “encuentra estable y sin anomalías significativas a corto tiempo que puedan repercutir como afectación a la colectividad” (p. 9).

En relación al tipo de suelo, la parroquia Picoazá posee suelos arcillosos, franco arcilloso, franco arenoso. En el cantón de Portoviejo se ha concluido que la mayor proporción de suelo es para la conservación y protección de la tierra, con más del 50 % del territorio, sin embargo, en



el año 2012 hubo una reducción considerable indicando una diferencia de -10 (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo, 2015). Del mismo modo el GAD cantonal Portoviejo indica con respecto al uso y cobertura del suelo, que la parroquia Picoazá, es agropecuaria mixta y de conservación y producción.

En relación a la información climática, es muy equilibrado, la temperatura promedio es de 24 °C, aunque posee máximas relativas que alcanzan los 36 °C. En cuanto a la precipitación, según datos oficiales del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), las precipitaciones promedio oscilan entre 300 mm y 600 mm. Los valores máximos registrados los ha producido el fenómeno El Niño del año 1998 (Hidalgo, 2017). El promedio anual de la humedad relativa anual es de 76.2 %, los meses húmedos van desde febrero hasta abril. En la parroquia Picoazá, la evaporación es mayor en los meses desde junio a agosto, dentro de un promedio de 124 mm al año con evaporaciones máximas hasta 150 mm/año (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo, 2015).

Los vientos predominantes en la ciudad tienen una dirección noroeste – sureste, provenientes de la costa; las corrientes de aire se presentan con mayor intensidad en un periodo que va desde julio hasta octubre. En relación a los porcentajes de horas/sol promedio al mes, oscilan entre el 36 % en invierno, cuando se produce la mayor evaporación hasta el 43 % en el inicio del verano (junio), para estabilizarse en el 34 % en el resto de meses hasta diciembre. El clima predominante es el tropical megatérmico semiárido y megatérmico seco (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo, 2015).

La parroquia Picoazá se ubica a orillas del Río Portoviejo, el mismo que se constituye en un factor importante para el desarrollo del poblado y sus habitantes (Cedeño, 2016). Este río es el principal recurso hídrico de la parroquia y de la provincia de Manabí (Rivadeneira, 2017). Lamentablemente, en las riberas de este río, existe un acelerado proceso de deforestación producto de químicos usados en la producción agrícola (Plimmer, S/f), caso contrario ocurre en el cultivo de Caña Guadúa ya que no necesita de estos productos para su plantación, es una gramínea que aporta numerosos beneficios para el medio ambiente (EcoCiencia – INBAR, 2021).

### **Análisis de la estructura social y económica de la parroquia Picoazá.**

Con relación a la organización interna, Cedeño (2016) explica que “no existe una sectorización político administrativa claramente definida (barrios, sectores, etc.)” (p.47). La parroquia Picoazá está conformada por dos áreas políticamente definidas: la urbana y la rural. Las comunidades urbanas dentro de la parroquia Picoazá son: Flores, Efraín Flor, Loma del Calvario, La Chimborazo, El Pedregal, Complejo, San Antonio, 1° de mayo, Amazonas, Edén de Valle; y las rurales, que se dedican a la producción agropecuaria: San José, Las Piedras (parte de Portoviejo), Las Tres Cruces, El Corozo (parte de Portoviejo), El Limón, Los Ceibos Negrital (parte de Portoviejo), Higuerón de Adentro, Higuerón.

Con respecto a la organización socio-política, en la parroquia existe una Junta Cívica legal y a nivel rural también hay organizaciones campesinas que se dedican al bienestar de sus habitantes (Cedeño, 2016). Las principales actividades económicas de Picoazá son el comercio formal e informal, artesanías, oficios como albañilería y las instancias gubernamentales para gestión de obras y servicios, como lo son el Consejo Barrial de Picoazá, Junta cívica de Picoazá, Ministerio del Ambiente, MIDUVI y la Empresa Pública de Vivienda. (Cedeño, 2015).

#### **Análisis de los recursos materiales para el desarrollo de unidades habitacionales**

La caña guadúa es uno de los materiales representativos de Picoazá, por ser un material patrimonial de la arquitectura local, es un ícono de la zona (Delgado, 2016). Cuando aparece el concreto para la construcción de viviendas, la mayoría de las personas dejaron de emplear caña guadúa para edificar unidades habitacionales; sin embargo, en las últimas décadas por el déficit de viviendas y los altos costos de materiales de construcción, los habitantes de Picoazá comenzaron a utilizarlo nuevamente.

Según lo anterior, Delgado (2016), cita al Diario el Comercio (2002), indicando que desde el año 1992, se comenzó a hacer edificaciones comerciales con este material, a pesar de que es un material de construcción ancestral, con el tiempo se ha mejorado la técnica a través de conocimientos de ingeniería civil y arquitectura.

Mercado y Molina, (2015) explican que en investigaciones realizadas se estiman más de 3000 usos desde la época precolombina para los 70 géneros estudiados de la caña guadúa. Entre algunos de éstos están: las artesanías e instrumentos musicales, muebles, decoraciones domésticas, la fabricación de papel, para transportes como carretillas, balsas, botes; y, en la construcción en general, como vigas, columnas, tejados, pisos, cielo raso, andamios, paneles, entre otros. La utilidad más frecuente de este material es en la edificación de viviendas sociales.

Añazco, (2013) establece que para la fecha “más de 500.000 viviendas entre Ecuador y Perú poseen sus paredes con material de caña guadúa” (p. 6).

La provincia de Manabí es la principal zona con presencia de caña guadúa con el 24,3 % de superficie del territorio ecuatoriano, se produce favorablemente debido a las condiciones edafoclimáticas que permite su desarrollo en condiciones naturales (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Mesa Sectorial del Bambú, Red Internacional del Bambú y el Ratán, 2018). En Picoazá se cultiva el 0,1 % de la superficie del país (Rodríguez, 2014), ya que la caña guadúa se emplea popularmente para la construcción de viviendas en la región.

La caña guadúa tiene como nombre científico *Guadúa angustifolia Kunth*. Este tipo de bambú es reconocido como el tercero, por ser el más alto del mundo y es considerado entre las veinte mejores especies de bambú a nivel mundial. Además, la caña guadúa efectúa un rol ecológico importante dentro de los ecosistemas como la protección de las orillas de los ríos, disminuye el riesgo de deslizamientos, regulariza la hidrología en las microcuencas, resguarda al suelo de la erosión y recicla nutrientes, alberga fauna y flora, almacena dióxido de carbono y favorece con la belleza escénica del ambiente (Añazco, 2013).

Cualquier material que es utilizado para la edificación de obras civiles, sean naturales o sintéticos, posee ventajas y limitaciones, cualidades y defectos que deben ser tomados en cuenta al momento de realizar algún diseño o estudio con ellos, para tomar previsiones en casos de proyectos habitacionales y de mantenimiento. Según Encalada (2016), establece las ventajas de la caña guadúa para la construcción de unidades habitacionales, y entre ellas se encuentran:

- Posee sorprendentes características físicas, accediendo su uso a cualquier tipo de elemento estructural: En cuanto a la estructura física de la caña guadúa la microestructura externa del tallo es densa. Esta capa posee gran cantidad de sílice, que actúa como un elemento protector de la planta. La caña también posee vasos, los cuales se encargan de trasladar líquidos durante la vida y fibras de celulosa. Bonilla y Merino (2017), manifiestan que estos actúan “como refuerzo a la forma similar a la varilla de acero en el hormigón armado o a la fibra de vidrio en el plástico reforzado con fibras” (p. 8).

Estos autores expresan además, que en investigaciones realizadas en relación a la rigidez de la caña guadúa, la cantidad de sílice y celulosa que posee es hasta un 10 % mayor que

cualquier otro material maderero, y se puede comparar con un tubo de acero constituido en su interior por alambre dulce normal y en su exterior por acero de alta resistencia.

Este material ofrece una alta relación resistencia – peso, cotejándolo con el acero y fibras de alta resistencia. En su estudio Bonilla y Merino (2017), consideran un valor alrededor de 1.75 con una densidad que oscila entre 700 y 800 Kg/m<sup>3</sup>. La misma varía de acuerdo a la calidad del sitio de cultivo, posición del tallo, entre otros factores. La densidad es una propiedad física muy importante ya que con ella se determina el esfuerzo flector de falla (kg/cm<sup>2</sup>) estimándose como 1.43 veces la densidad.

En relación a la falla de flexión de la caña guadúa tiene un comportamiento elástico, es decir, cuando se realiza el ensayo, el material no presenta fisuras ni rotura de la probeta en dos partes como es el comportamiento habitual de la madera u otro material, en la caña guadúa regresa a su forma natural. Bonilla y Merino (2017), explican que en los ejemplares ensayados a flexión las fibras se rompen, lo que conlleva que la “forma circular de la sección pierda fuerza, sin embargo ninguna de las fibras a lo largo del tallo sufre daño alguno” (p. 11). Además, de acuerdo a la Norma Técnica de construcción en caña guadúa (2016), muestra que los elementos sometidos a flexión se deben comprobar y que en ningún caso pueden exceder los esfuerzos admisibles modificados para cada sollicitación, como: 1. Deflexiones, 2. Flexión, incluyendo estabilidad lateral en vigas compuestas, 3. Cortante paralelo a la fibra y 4. Aplastamiento (compresión perpendicular a la fibra).

Cuando la caña guadúa se somete a flexión, se causan esfuerzos de tracción entre las fibras que se encuentran de manera perpendicular a éstas, por lo cual esa área es deficiente para absorber tensión y el esfuerzo cortante es considerable en las uniones de los tallos. No obstante, la caña guadúa es más resistente que el resto de las maderas. De igual manera se deben demostrar con ensayos de laboratorio que los esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad del material a emplear cumplan con las establecidas en la Norma Técnica de construcción en caña guadúa (2016).

Es indispensable indicar que la guadúa es un material resistente a los terremotos ya que es liviano y la forma hueca da mucha rigidez. Janssen (2000), destaca que se han realizado diversas pruebas y se “evaluó como resistente a los terremotos” (p. 77). De acuerdo a sus características físicas, en cada nudo del tallo existe un tabique o septo transversal que es la que le da mayor rigidez y elasticidad e impide su ruptura al curvarse. Esa propiedad es la

que la hace antisísmica. La República del Ecuador, luego del terremoto del 2016, ha valorado el uso de este material, ya que fue el que mejor resistió a tal hecho telúrico. Luego de ello, arquitectos japoneses como Shigeru Ban y Hiroto Kobayashi demostraron el empleo del material para la edificación de viviendas emergentes (Vanga et al., 2021).

Por otra parte, Álava (2019), sostiene que la “caña guadúa es un elemento innovador en la construcción, ya que dispone de un buen comportamiento ante eventos sísmicos, cosa que bastaría para utilizarlo como material de construcción” (p. 6). Es de resaltar que la República del Ecuador está ubicada en el Cinturón de Fuego del Pacífico, por lo que los movimientos sísmicos son constantes. Luego del terremoto ocurrido en el 2016 con una magnitud de 7,8 en la escala de Richter, el Gobierno ecuatoriano y la población está interesada en la construcción en caña guadúa ya que durante el movimiento sísmico ese tipo de edificación resistió mejor, destacó Mero (2019).

- La sección circular de la guadúa es generalmente hueca, la cual hace que sea más liviana, fácil de transportar y almacenar, permitiendo la construcción rápida de estructuras temporales o permanentes. Su manipulación es fácil por lo que no requiere especialistas.
- La caña guadúa no tiene corteza o porciones que se desperdicien.
- Puede combinarse con diversos materiales de construcción como es el caso de otros tipos de madera, barro, concreto, zinc, entre otros.
- Es una solución práctica para el desarrollo sustentable de comunidades ecológicas, ya que la caña guadúa según Lazo (2021), “es un recurso natural renovable aliado para la sostenibilidad de los ecosistemas tropicales” (p. 1). Considerando que el bambú es una especie apropiada para conservar los bosques y mejorar la calidad de las aguas (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc., 2006).
- Es un material muy económico por su reproducción rápida, es un valioso sustituto para la madera tropical. Su crecimiento por día es variable, sin embargo, en estudios se ha demostrado que puede crecer 21 cm por día, alcanzando en seis meses una altura entre 15 a 30 metros y llegando en su madurez entre cuatro y cinco años (Mercado y Molina, 2015). Además, su transformación industrial en productos derivados es muy sencilla y rápida.

- La guadúa es fácil de cultivar, para ello, es necesario elegir suelos óptimos para el cultivo de esta especie ya que es uno de los factores más importantes para el éxito o el fracaso de una plantación.
- Hay que resaltar que los guaduales son sistemas ecológicos naturales, Valbuena et al. (2008), declaran que los “disturbios fitosanitarios son mínimos o no alcanzan a detectarse debido a la elevada capacidad de auto-equilibrio que posee el sistema” (p. 54). Sin embargo, por la diversa composición físico-química de las cañas y de las condiciones ambientales donde se cultivan los hace vulnerables a las plagas como como polillas, insectos u hongos, especialmente cuando su hábitat y condición ambiental sufren cambios bruscos.

Encalada, (2016), expone además las limitaciones que posee la caña guadúa, entre ellas están:

- La humedad constante la pudre, se debe proteger de las precipitaciones, así como del contacto directo con la tierra o el suelo (Bonilla y Merino, 2017). La preservación de este material puede aumentar dependiendo de las condiciones en que se encuentran. La vida útil de la guadúa según Bonilla y Merino (2017), oscila entre uno a tres años, cuando se encuentra expuesta a las precipitaciones y en contacto directo con el terreno natural; de cuatro a seis años si está cubierta, pero en contacto directo con el suelo y de 10 a 15 años en buenas condiciones de mantenimiento. Por ello, se debe realizar un diseño arquitectónico que proteja a los paneles externos de la humedad y la corrosión que afecte a la estructura. Estudios afirman que puede durar hasta 40 años si se le protege de las inclemencias del clima.
- A pesar de que la guadúa es una de las especies más resistentes a la agresión de insectos, como se explicó anteriormente, existe el riesgo del *Dinoderus minutus*, también conocido como el barrenador del bambú, siendo una especie de escarabajo de madera, que es atraído por el almidón interno, y surge luego de la cosecha, infectándose la caña cuando se encuentra seca, a través de las roturas de la corteza, trayendo como impacto negativo a la caña su resquebrajamiento y pérdida de su rigidez y elasticidad, por lo que, se deben tomar medidas al momento de su selección, tiempo de corte y de seccionamiento; el curado y secado de la caña deben efectuarse posteriormente del seccionamiento, con el objetivo de preservarlo de estas irrupciones para asegurar una mayor duración (Encalada, 2016).

- Cuando el material se encuentra seco se convierte en combustible, por lo tanto, se debe proteger del fuego. También se contrae, por lo que cuando se emplea como refuerzo estructural, se deben tomar precauciones al caso. La caña al envejecer, pierde resistencia, si no se la trata adecuadamente.
- Es un material que hay que tratarlo con mucho cuidado al momento de trabajarlo, ya que posee la tendencia a agrietarse si se utilizan clavos gruesos.

### **Estudios de factibilidad para el desarrollo de unidades habitacionales**

A partir de investigaciones de ingeniería civil se determina la factibilidad técnica del uso de la caña guadúa como material primario en la construcción de unidades habitacionales para la parroquia Picoazá. Este estudio de factibilidad técnica es importante ya que se trata de exponer las bondades de este material, económico, sismoresistente, renovable y dotador de sostenibilidad, con la intención de desplazar en gran medida al acero y al hormigón como elemento estructural y de cerramiento en viviendas de tipo social.

Como ya se demostró anteriormente, la caña guadúa es un material especial para la construcción de edificaciones, principalmente para viviendas. Es necesario realizar el respectivo diseño arquitectónico y de ingeniería tomando en consideración las limitaciones que este material tiene. Además, es indispensable respetar la Norma Técnica de construcción en caña guadúa (2016), contemplada en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción y las ordenanzas municipales, tomando en consideración un diseño apropiado para que las edificaciones sean energéticamente eficiente, teniendo en cuenta las bondades del clima tropical de la parroquia Picoazá. Para lograr el diseño de una vivienda construida con caña guadúa, que tenga confort para los seres humanos que la habitarán, es imprescindible evaluar el comportamiento del entorno (clima, hidrología, vegetación y fuentes de energía).

Las parcelas donde se edificarán las unidades habitacionales deben cumplir con algunas exigencias, como lo son: procesos de valoración de terrenos en el Banco de Suelos, desarrollado por Catastros del MIDUVI, siguiendo el proceso. Este abarca el registro, revisión, validación, categorización, inspección y calificación. Dentro de la revisión y validación, el MIDUVI (2018) establece unos requisitos mínimos, entre los que se encuentran: El terreno no debe situarse en zona de peligro no mitigable, en un área protegida o en sitios patrimoniales arqueológicos; debe tener factibilidad para la ubicación de servicios básicos, o permitir la

implementación de sistemas alternativos para su dotación; ubicarse en zona urbana o rural de desarrollo urbano que esté fortaleciendo el área amanzanada. A través del gobierno regional los terrenos se declaran de utilidad pública y se entregan al MIDUVI quien es el ente encargado de proceder a los proyectos de vivienda social en Ecuador y por ende en Picoazá.

Para el sistema de resistencia sísmica en viviendas con guadúa, se han realizado estudios previos a otras edificaciones y se ha determinado que los muros estructurales, están conformados con un armazón de cañas llamadas soleras, verticales llamados pie derechos. En ciertos casos los elementos diagonales de refuerzo de la estructura de los muros, deben acceder en el plano del muro la forma de una "W" invertida, para conseguir un mejor reforzamiento a cargas horizontales como las de viento y sismo (Matute, 2016).

El adicionar paneles estructurales a los pórticos, registrados según ensayos de laboratorios, mejora considerablemente su comportamiento estructural, ya que aumenta la resistencia en un 93 % en pórticos con paneles de tiras en guadúa; se aumenta la rigidez un 37 % y reduce los desplazamientos en un 39 % si se emplean paneles de tiras de guadúa. Las puertas y ventanas deben situarse, en el centro de los muros exteriores y los marcos de puertas y ventanas deben reforzar los espacios vacíos para mejorar la estabilidad.

Para que la estructura sea segura es preferible que la planta sea compacta, para el diseño estructural es mejor una vivienda cuadrada que rectangular. Matute (2016) recomienda que “debe guardar la simetría también “para impedir la torsión horizontal de la construcción, evitándose la irregularidad en las construcciones. Indistintamente se deben evadir construcciones muy alargadas, puesto que los entrepisos de madera son muy flexibles” (p. 19). Este sistema es necesario aplicarlo para hacer la edificación antisísmica e impedir grandes deformaciones que no son capaces de soportar los muros que lo sostienen.

Las cubiertas de las viviendas deben ser livianas, es decir, reducir al máximo el peso de la cobertura de techo, empleando únicamente los elementos necesarios para la armadura. Matute (2016), plantea que “los elementos que conforman la cubierta deben formar un diafragma para soportar las cargas laterales y transmitirla adecuadamente a los muros estructurales” (p. 19). Esta cubierta debe ser impermeable, empleando diversos materiales como: coberturas metálicas, vegetal con tejas livianas, cielo raso de caña chancada y calamina con recubrimientos asfálticos o cualquier otro material capaz de soportar el sol y las precipitaciones para proteger a los



paneles de la humedad y de que el material no se seque por los rayos directos del sol (Moran, 2015).

Los elementos de amarre son indispensables evaluarlos, debido a que son fundamentales para el funcionamiento adecuado de la cimentación, vigas, columnas y cubierta, ya que van unidos entre sí. Ellos configuran un diafragma que transfieran las cargas laterales a los muros de acuerdo con la rigidez (Matute, 2016). Cuando existe una buena unión entre los elementos estructurales la resistencia y fluidez para resistir cargas y repartirlas proporcionalmente a la rigidez de los elementos es mejor.

Las columnas como elementos verticales que resisten fuerzas de compresión y flexión, deben estar protegidas del contacto directo con el suelo y de la intemperie. Por otro lado, las uniones van ensambladas entre sí mediante anclajes, arriostramientos, empalmes que transmiten resistencia y rigidez ante las cargas (vientos, sismos, peso propio, etc.), para que las transfieran con seguridad a la cimentación. También se utilizan tornillos y clavos o escuadras metálicas para dar rigidez a las esquinas, de acuerdo al diseño estructural, pero tomando la precaución ya que pueden agrietar el material. Por ello, es necesario que en el desarrollo de las unidades habitacionales la mano de obra calificada en cuanto a su inspección (ingenieros y arquitectos), y ejecución, existan maestros de obras y albañiles capacitados en el manejo de la caña guadúa, para guiar a la mano de obra no calificada y hacer un trabajo de calidad.

Para que un estudio de ingeniería sea factible, es necesario realizar un análisis de alternativas que se presentan con relación al diseño de la vivienda o con respecto a la combinación de la caña guadúa con materiales de la zona o comerciales. Matute (2016), sostiene que las alternativas viables de aplicación de la caña guadúa, es utilizar paneles con caña sin revestimiento, o con revestimiento de mortero con barro. Evaluar estas alternativas es necesario, porque dependiendo de la ubicación de las edificaciones una es viable y la otra no, con el fin de brindar seguridad, versatilidad en los acabados y práctico armado, convirtiéndolo en una excelente opción de sistema constructivo.

En este sentido, los diseños de las viviendas deben ser amigables y sostenibles, para optimizar los recursos naturales y sistemas que disminuyen los efectos al medio ambiente. Estos diseños deben lograr el confort térmico, acústico, lumínico y visual como aspectos esenciales para mejorar un espacio interior de las viviendas.

Para la ubicación de este tipo de unidades habitacionales sociales es necesario e indispensable hacer un diagnóstico de la zona donde se van a construir las viviendas, ya que cada zona tiene características diferentes. Así mismo, se debe realizar un censo de la comunidad, de la cantidad de familias que necesitan de unidades habitacionales sociales (Araujo, 2017).

De igual manera hay que conocer en sitio la geomorfología, el clima, la hidrografía, la topografía y el ordenamiento territorial. Además, realizar un estudio de servicios públicos básicos de la zona (electricidad, agua potable, alcantarillados, desechos sólidos, vialidad entre otros). Es necesario realizar también un estudio socio cultural a la población a quien se le va a hacer el proyecto, esto es básicamente para conocer la ideología, etnicidad, clases sociales, estructuras de pensamiento, género, medios de producción y comunicación, para conocer y comprender los elementos únicos de cada comunidad, a pesar de que se encuentre en una misma parroquia.

Para el emplazamiento de las viviendas, es importante que no deban emplazarse en el corte de una pendiente de un terreno, así como, no colocarla sobre una pendiente, ni edificarlas junto a fuertes pendientes, para evadir deslizamientos del terreno. Se debe evitar colocar la vivienda en terrenos duros o rocosos para reducir fuerzas de impactos en caso de sismos, pero tampoco colocarlas en suelos inestables, evitar terrenos inundables, que estén cerca de cauces de ríos, o cualquier otro sitio que sea de peligro inminente (Morán, 2015).

Para finalizar, este proyecto de desarrollo de unidades habitacionales sociales para que sea técnicamente factible debe estar bajo la coordinación del MIDUVI y de la EPV, bajo la Norma Ecuatoriana de Construcción en Caña Guadúa y las normas locales de la parroquia Picoazá.

### **Consideraciones finales**

Luego analizar la factibilidad técnica para desarrollar unidades habitacionales de tipo social en la parroquia de Picoazá con caña guadúa, se concluye que es viable de acuerdo al estudio biofísico realizado a la parroquia. A pesar de que el relieve es irregular, en la parroquia Picoazá existen terrenos aptos para el emplazamiento de las viviendas. La geología es estable, hay suelos que son apropiados para edificar cimentaciones estables bajo condiciones de protección y conservación del suelo.

La temperatura de Picoazá es propicia ya que la caña guadúa es un material idóneo para climas tropicales. Las precipitaciones son mínimas, pero de igual manera se debe tomar precauciones

para evitar que la humedad afecte al material para elevar la vida útil de la vivienda. Para que las viviendas alcancen un mayor confort, se debe tomar en consideración la dirección de los vientos (noroeste – sureste) y la mitigación de las cargas solares para un diseño bioclimático óptimo.

Dentro de Picoazá coexisten cuatro haciendas productoras de caña guadúa y que a su vez ofrecen el producto para sus diferentes usos; además, la parroquia posee la gran ventaja de estar a las riberas del Río Portoviejo, siendo la zona ideal para el cultivo de la Guadúa Angustifolia Kunth, donde la comunidad organizada puede emprender un proyecto desde cero, de bajo impacto ambiental respetando las normas ecológicas vigentes, que suministre de la materia prima a mejor costo, en caso de aplicarlo en nuevos proyectos de urbanizaciones.

En este artículo, se resalta la factibilidad de la caña guadúa como material idóneo para la construcción de viviendas, ya que posee propiedades optimas como material de construcción, a partir de sus características técnicas que lo hacen un material viable en construcciones de unidades habitacionales, acatando la Norma Técnica de construcción en caña guadúa: la selección de los culmos en la plantación, corte, transporte, preservación, métodos de preservación, tipos de secado, almacenamiento, identificar la guadúa apta para la construcción.

El impacto social que genera el desarrollo de unidades habitacionales con caña guadúa será el de ofrecer estabilidad inicial familiar, viviendas seguras (sismoresistentes), confortables y asequibles para los habitantes de escasos recursos de la parroquia Picoazá de la ciudad de Portoviejo en la provincia de Manabí. Edificar unidades habitacionales con Caña Guadúa es factible técnicamente ya que el material se produce en Picoazá, el tiempo de construcción de las viviendas es corto con respecto a usar otro material y a otros sistemas convencionales existentes y el bajo impacto ambiental que produce.

## Referencias

1. Álava, M.; Andrade, R.; Calderón, C.; Carranza, L. Castro, A. y Cedeño. (2019). Incidencia en la construcción de viviendas sismo resistente de la ciudad de Manta. [https://www.researchgate.net/publication/337811206\\_LA\\_CANA\\_GUADUA\\_Y\\_SU\\_INCIDENCIA\\_EN\\_LA\\_CONSTRUCCION\\_DE\\_VIVIENDAS\\_SISMO\\_RESISTENTE\\_DE\\_LA\\_CIUADAD\\_DE\\_MANTA](https://www.researchgate.net/publication/337811206_LA_CANA_GUADUA_Y_SU_INCIDENCIA_EN_LA_CONSTRUCCION_DE_VIVIENDAS_SISMO_RESISTENTE_DE_LA_CIUADAD_DE_MANTA)

2. Alvarado, J.; Correa, R.; Tituaña, M. (2017). Migración interna y urbanización sin eficiencia en países en desarrollo: evidencia para Ecuador. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252017000400099&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252017000400099&lng=es&tlng=es)
3. Añazco, M. (2013). Estudio de vulnerabilidad del Bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte de Perú. [https://www.usmp.edu.pe/centro\\_bambu\\_peru/pdf/Estudio\\_de\\_vulnerabilidad\\_del\\_bambu.pdf](https://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/Estudio_de_vulnerabilidad_del_bambu.pdf)
4. Araujo, J. (2017). Diseño arquitectónico de viviendas progresivas de interés social para el barrio “Menfis Bajo”, en la ciudad de Loja. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2431>
5. Bonilla, D. y Merino, J. (2017). Estudio de las propiedades físicas de la caña guadúa y su aplicación como refuerzo en la construcción de estructuras de adobe. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17267>
6. Briones, J. (2020). Propuesta de vivienda bioclimática de interés social para la intervención del asentamiento informal en Picoazá, Portoviejo, Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51193/1/Articulo%20Final%20.pdf>
7. Cedeño, M. (2015). La vulnerabilidad en las parroquias picoaza y portoviejo del cantón portoviejo provincia de manabí. <https://www.facebook.com/notes/carrera-de-trabajo-social-de-la-utm/la-vulnerabilidad-en-las-parroquias-picoaza-y-portoviejo-del-cant%C3%B3n-portoviejo-p/880886935332953/>
8. Cedeño, D. (2016). Estrategias para el desarrollo del turismo cultural en la parroquia Picoazá, cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/349/1/ECO-1688.pdf>
9. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (2006). Guía Técnica Cultivo del Bambú. <http://190.167.99.25/digital/bambu.pdf>
10. Constitución de la República del Ecuador (2008). Asamblea Constituyente. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf>
11. Delgado F. (2016). El uso de la Caña Guadúa como elemento representativo de la provincia de Manabí y su participación dentro del Patrimonio Arquitectónico de la

- ciudad de Portoviejo.  
[https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/archivos/603\\_libro.pdf](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/603_libro.pdf)
12. Delgado, G. (2017). Ecología y ambiente. Diseño y sustentabilidad en construcciones con caña guadúa. <http://revistas.uazuay.edu.ec/html/revistas/DAYA/02/articulo05/>
13. EcoCiencia – INBAR- (2021). Cosecha y preservado de la caña guadúa. Proyecto veedurías comunitarias para el monitoreo socioambiental en el Territorio Étnico Waorani. [https://ecociencia.org/wp-content/uploads/2021/06/Manual\\_bamboo\\_Inbar\\_EcoCiencia.pdf](https://ecociencia.org/wp-content/uploads/2021/06/Manual_bamboo_Inbar_EcoCiencia.pdf)
14. Encalada, J. (2016). Modelo de panel prefabricado en guadúa, aplicado a la industrialización de la construcción, para divisiones verticales. <https://core.ac.uk/download/pdf/38670651.pdf>
15. Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón Portoviejo. (2015). Diagnóstico por componentes ambiental socio cultural económico institucional y diagnóstico integrado. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/1360000200001\\_FASE%201%20DIAGNOSTICO%20PDGAD%20PORTOVIEJO\\_06-04-2016\\_11-10-05.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1360000200001_FASE%201%20DIAGNOSTICO%20PDGAD%20PORTOVIEJO_06-04-2016_11-10-05.pdf)
16. González, D. y Véliz, J. (2019). Evolución de la vivienda de interés social en Portoviejo. Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá D.C. – Colombia. Vol. 12 Núm. 23. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cvyu/article/view/25905>
17. Google Maps (2021). Picoaza, Portoviejo, Ecuador. <https://www.google.com/maps/place/Picoaza,+Portoviejo,+Ecuador/@-1.0389879,-80.506804,3287m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x902bed7f349d0111:0x98f2644754cbc322!8m2!3d-1.0387997!4d-80.4971178>
18. Hidalgo, M. (2017). Variabilidad climática interanual sobre el Ecuador asociada a ENOS. ISSN 1390-9592. Dialnet-VariabilidadClimaticaInteranualSobreElEcuadorAsoci-6163766.pdf
19. Hinojosa, F. (2016). Una vivienda hecha de bambú, segura y ecológica. <https://www.elcomercio.com/tendencias/construir/vivienda-bambu-ecologia-construccion-sismos.html>

20. Instituto Interamericano de Derechos Humanos. (2008). Derechos humanos y derechos de los afrodescendientes elementos básicos de derechos humanos: guía introductoria / Instituto Interamericano de Derechos Humanos. ISBN 978-9968-917-92-6. [https://www.iidh.ed.cr/IIDH/media/2083/campa%C3%B1a-educativa-elementos-basicos-guia-introductoria\\_marzo2009-2008.pdf](https://www.iidh.ed.cr/IIDH/media/2083/campa%C3%B1a-educativa-elementos-basicos-guia-introductoria_marzo2009-2008.pdf)
21. INEC (2011). Encuesta Estratificación Nivel Socioeconómico. [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_Sociales/Encuesta\\_Estratificacion\\_Nivel\\_Socioeconomico/Metodologia\\_Nivel\\_Socioeconomico\\_.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Sociales/Encuesta_Estratificacion_Nivel_Socioeconomico/Metodologia_Nivel_Socioeconomico_.pdf)
22. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC (2018). Mundo Constructor. Viviendas en América Latina y Ecuador. <https://www.mundoconstructor.com.ec/viviendas-en-america-latina-y-ecuador/#:~:text=En%202018%2C%20el%20INEC%20ubic%C3%B3,quando%20Len%C3%ADn%20Moreno%20entregue%20el>
23. Janssen, J. (2000). Designing and Building with Bamboo. ISBN 81-86247-46-7. [https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/INBAR\\_technical\\_report\\_no20.pdf](https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/INBAR_technical_report_no20.pdf)
24. Lazo, X. (2021). Inversión para cultivo de bambú y programas de riego parcelario se ejecutan en Manabí. El telégrafo. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/inversion-cultivo-bambu-programas-iego-parcelario-manabi>
25. León, M. (2015). Del discurso a la medición: Propuesta metodológica para medir el Buen Vivir en Ecuador. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).
26. Matute, M. (2016). Modelo de una vivienda unifamiliar de interés social con el uso de la caña guadua en la ciudad de Machala. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7933/1/TTUAIC\\_2016\\_IC\\_CD0030.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7933/1/TTUAIC_2016_IC_CD0030.pdf)
27. Mercado, M. y Molina, R. (2015). Estudio de factibilidad para la producción de caña guadua en el recinto de río chico, Cantón Paján de la provincia de Manabí. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7531/1/UPS-GT000781.pdf>

28. Mero, M. (2019). Agencia EFE. Ecuador recupera el "acero vegetal" en construcciones antisísmicas. <https://www.efe.com/efe/america/cronicas/ecuador-recupera-el-acero-vegetal-en-construcciones-antisismicas/50000490-3955184>
29. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2018). Proyecto de vivienda Casa para Todos – CPT. Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Recuperado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2019/06/PROYECTO-DE-VIVIENDA-CASA-PARA-TODOS.pdf>
30. Miduvi (2020). Bono para Construcción de Vivienda Nueva en Terreno Propio. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/bono-para-construccion-de-vivienda-nueva-en-terreno-propio/>
31. Miduvi (s.f.). Misión / Visión. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/valores-mision-vision/>
32. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Mesa Sectorial del Bambú, Red Internacional del Bambú y el Ratán. (2018). Ecuador: Estrategia Nacional del Bambú 2018-2022. Lineamientos para un desarrollo verde e inclusivo. ISBN: 978-9942-8753-0-3.
33. Morán, J. (2015). Construir con Bambú. Manual de construcción. [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Manual-Construccion-Bambu.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manual-Construccion-Bambu.pdf)
34. Norma técnica de construcción en caña guadua (2016). Normativa Ecuatoriana de la Construcción (2016CÓDIGO NEC – SE – GUADÚA. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>
35. ONU-Hábitat (2010). El derecho a una vivienda adecuada. [https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21\\_rev\\_1\\_Housing\\_sp.pdf](https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf)
36. Ocampo, L. (2021). Déficit de vivienda en Ecuador. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/actualidad/44/deficit-vivienda-ecuador-problema-numeric-calidad>
37. Ordenanza de Delimitación del área urbana de la Ciudad de Portoviejo (1996). Municipalidad de Portoviejo, con oficio No. 5080- CGJDC de fecha 13 de mayo de 1996. <http://app.sni.gob.ec/sni->

link/sni/PORTAL\_SNI/data\_sigad\_plus/sigadplusordenanza/1360000200001\_ORDEN ANZA%20DE%20DELIMITACION%20DEL%20AREA%20URBANA%20DE%20L A%20CIUDAD%20DE%20PORTOVIEJO\_15-01-2015\_15-48-49.pdf

38. Plimmer, J. (S/f). Productos químicos para la agricultura. Revista Agricultura y Alimentación. OIEA Boletín, Vol 26, N° 2.
39. Primicias, (2021). Casi 600.000 familias en Ecuador no tienen vivienda propia.
40. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/familias-ecuador-sin-casa-propia/>
41. Rivadeneira, F. (2017). Uso de la Caña Guadúa: Arquitectura vernácula en restaurantes de la ciudad de Portoviejo, Ecuador. [https://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/proyectograduacion/archivos/5046\\_pg.pdf](https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectograduacion/archivos/5046_pg.pdf)
42. Rodríguez, J. (2014). Estudio de factibilidad para la implementación de una empresa de diseño y decoración de interiores a base de la madera de caña guadua ubicado en la parroquia de Picoazá en la provincia de Manabí. <https://dspace.cordillera.edu.ec/xmlui/handle/123456789/725>
43. Valbuena, H.; Jiménez, N.; Canal, N.; Galeano, P. y Cuadros M. Daño de Myelobiasp. (Lepidoptera: Pyralidae) en plantaciones de guadua angustifolia Kunth en el departamento del Tolima. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3994057>
44. Vanga, M., Briones, O., Zevallos, I y Delgado, D. (2021). Bioconstrucción de vivienda unifamiliar de interés social con caña guadúa para Manabí. *Novasinerгия*. 4(1). 53-73. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.03>