



Artículo Original

# Concepciones teóricas para la construcción de la vivienda social rural con bambú

## Theoretical conceptions for the construction on bamboo-based rural social house

Claudia Sánchez Chacón<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-5760-8047>, María Onelia Urbina Reynaldo<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-4202-8151>

### Resumen:

**Contexto:** El déficit de viviendas adecuadas, principalmente para los pobladores rurales, motiva la búsqueda de soluciones a sus necesidades más básicas con respuestas prácticas y económicas.

**Objetivo:** Se proponen concepciones teóricas para la construcción de una vivienda social rural con las especies de bambú existentes en Cuba.

**Métodos:** Se utilizan un conjunto de métodos teóricos y empíricos como el histórico-lógico, el hipotético-deductivo, el análisis-síntesis, la caracterización histórica, teórico-metodológica y empírica del objeto y campo de la investigación, el método sistémico-estructural y la observación.

**Resultados:** Se establecen una serie de criterios teóricos imprescindibles para proyectar la construcción de una vivienda social rural con bambú, las principales técnicas empleadas y las acciones a desarrollar a partir de dimensiones sociales, económicas y ambientales para acometer el proceso constructivo.

**Conclusiones:** La vivienda social rural, en constante intercambio con el medio natural, constituye una herencia cultural. El bambú posee gran potencial como material de construcción y la creación de un procedimiento para la construcción de viviendas rurales con esta planta como material de base, ofrece una buena alternativa para mejorar el fondo habitacional.

**Palabras clave:** materiales constructivos alternativos, construcción de viviendas rurales, explotación del bambú

### Abstract:

**Background:** The deficit of adequate housing, mainly for rural inhabitants, motivates the search for solutions to their most basic needs with practical and economic responses.

**Objective:** Theoretical conceptions are proposed for the construction of a rural social housing with the existing bamboo species in Cuba.

**Methods:** A set of theoretical and empirical methods are used such as the historical-logical, the hypothetical-deductive, the analysis-synthesis, the historical, theoretical-methodological and empirical characterization of the object and field of research, the systemic-structural method and the observation.

**Results:** A series of essential theoretical criteria are established to project the construction of a rural social housing with bamboo, the main techniques used and the actions to be developed from social, economic and environmental dimensions to undertake the construction process.

**Conclusions:** Rural social housing, in constant exchange with the natural environment, constitutes a cultural heritage. Bamboo has great potential as a construction material and the creation of a procedure for the construction of rural houses with this plant as a base material, offers a good alternative to improve the housing fund.

**Keywords:** alternative building materials, rural house construction, bamboo exploitation.

## Introducción

El crecimiento demográfico es, en la actualidad, una realidad que se vive constantemente y con ella se acarrearán los inevitables problemas habitacionales. Las soluciones brindadas por el Estado para la solución de esta situación, muchas veces no satisfacen la demanda de los pobladores o no son reales hacia sus necesidades, lo que se traduce en viviendas en mal estado e ilegales. De esta manera el proceso de

construcción solo incorpora la fabricación de un espacio que cumpla de manera mínima con las condiciones básicas para ser habitable. En Cuba, a pesar del significativo avance en la construcción de viviendas, se mantiene un déficit apreciable con respecto a las necesidades que impone el desarrollo de la población.

Parejo a esta situación, la degradación del medio ambiente es una problemática que preocupa a nivel

### Historial del artículo

Recibido: 30 septiembre 2021

Aceptado: 2 noviembre 2021

<sup>1</sup>Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, Holguín, Cuba.

Email: cchacon@uho.edu.cu

Artículo de acceso abierto bajo licencia Creative Commons Atribución NoComercial CompartirIgual (CC-BY-NC-SA) 4.0.



### Citación recomendada para este artículo:

Sánchez Chacón, C. y Urbina Reynaldo, M. O. (2021). Concepciones teóricas para la construcción de la vivienda social rural con bambú. *Monteverdia*, 14 (2), pp. 31-40. Recuperado de: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/monteverdia/4004>

mundial desde hace varios años. El punto de inflexión en el desarrollo de la política internacional del medio ambiente se marca con la primera Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (conocida posteriormente como Cumbre de la Tierra de Estocolmo) en 1972. En ella se tratan cuestiones ambientales internacionales de importancia para el cuidado y protección del entorno. A partir de este momento se crea una necesaria conciencia en la humanidad para lograr el respeto hacia el medio que la rodea.

En el ámbito constructivo, como respuesta a esta problemática se ha ido incorporando el concepto de sustentabilidad en las construcciones. Este se traduce en garantía de diseños que se mantendrán a lo largo del tiempo sin comprometer la naturaleza y la cultura humana. La propuesta de una vivienda sostenible, si bien pretende satisfacer las demandas habitacionales y de los pobladores, también procura el mínimo impacto de las construcciones sobre el medio ambiente, para lograr la mimetización de la estructura con su medio y desarrollar un diseño consecuente al mundo natural.

Una buena manera de cumplir la sustentabilidad constructiva es mediante el uso de materiales ambientalmente amigables. Tal es el caso del empleo del bambú como elemento constructivo. En el transcurso de la historia y en una gran diversidad de culturas, el bambú ha sido empleado como material principal, asumiendo un papel clave en la tradición constructiva. El decursar del tiempo trajo consigo la aparición de materiales modernos que fueron sustituyéndolo hasta reducirlo a usos secundarios. Sin embargo, el aumento de la sensibilidad hacia el medio ambiente hace que se retome la utilización de esta espléndida planta tan versátil en el área de la construcción.

En el caso de Cuba la tradición constructiva mediante la utilización de recursos maderables, se limita a la carpintería y objetos decorativos. El desconocimiento de las propiedades físico – mecánicas del bambú lo posiciona lejos de su empleo en elementos constructivos de peso en la vivienda, como: cimentaciones, paneles, cubiertas y terminaciones. La población rural es ajena al hecho que, el uso del bambú brinda la posibilidad de contar con un material local que puede ser cultivado cerca del área de construcción y es rápidamente renovable, factor que ayuda a erradicar el déficit de madera existente en el

país, mediante el uso de esta especie y no de aquellas poseedoras de alto endemismo. Desde otra perspectiva adquiere relevancia la propuesta, si se considera que, según Oviedo y González Oliva (2015), al menos cuatro de las especies de este género son consideradas en Cuba como exóticas invasoras: *Bambusa bambos* (L.) Voss (bambú espinoso), *Bambusa longispiculata* Gamble ex Brandis (bambú), *Bambusa tuldooides* Munro (bambú fino) y *Bambusa vulgaris* Schrad. ex H. Wendl (caña brava). Se convierte el empleo de estas especies para la construcción de viviendas, una acción de control de sus poblaciones, en aquellas zonas donde su presencia es elevada.

Con el objetivo de que la población pueda acceder al bambú, desde el punto de vista constructivo, existen manuales y procedimientos que constituyen herramientas que permiten guiar a la población rural en el proceso de construcción de viviendas a partir de la utilización de este material. Estos documentos didácticos, en su generalidad recogen en si aspectos como: el uso del bambú de acuerdo con la edad de la vara a utilizar, diversos métodos de corte, curado, dosificaciones de persegantes en correspondencia con el uso que tendrá, los materiales que se pueden obtener para la construcción derivados del bambú, entre otros. Sin embargo, a pesar de reconocer el bambú como elemento constructivo y reabrir las fronteras de la construcción en este sentido, no establecen el correcto flujo de las actividades para la mejora del procedimiento constructivo.

Del mismo modo, los resultados obtenidos con la revisión y análisis de la literatura relacionada con el tema, en la que se destacan Figueredo (2008), Polo de la Rosa, Zambruno, Zanchetti, (2014), Riverón y Urbina (2019) y Matos y Sánchez (2020), permiten evidenciar que los elementos que más limitan la gestión ambiental en el campo constructivo de la vivienda social rural a partir del bambú están relacionados con el rechazo a la posible idea de utilizar recursos maderables como elemento principal constructivo por el hecho de tener arraigado el concepto de una casa de hormigón, así como que el empleo de madera es sinónimo de pobreza (Polo de la Rosa, Zambruno, Zanchetti, 2014).

De este modo, las valoraciones que se realizan permiten precisar la manifestación de la contradicción existente entre la necesidad habitacional y la escasez de recursos materiales para la adquisición de

productos para la construcción de viviendas rurales con calidad y el desconocimiento de las propiedades del bambú como elemento constructivo. Refrendan, además, la presencia de los elementos de la gestión que consideren los factores ambientales que intervienen en el proceso constructivo en función de lograr su orden. El análisis que se realiza, permite plantear como problema de investigación: las limitaciones en la organización, evaluación y control desde lo ambiental en el proceso de construcción de la vivienda social rural a partir del bambú, no permiten su uso como material de construcción alternativo. Por tal razón se proponen concepciones teóricas que permitan eliminar estas restricciones, viabilicen el uso del bambú como elemento constructivo, para mejorar el estado técnico del fondo habitacional rural.

### **Materiales y métodos**

Con el fin de lograr tal propósito, se realiza análisis del marco teórico referencial para el empleo del bambú en la construcción de la vivienda social rural. Se evalúan sus potencialidades como material de construcción y en consecuencia se definen concepciones teóricas para su empleo. Para ello se utilizan un conjunto de métodos teóricos y empíricos como histórico-lógico, para revisar el marco teórico en torno al objeto y el campo de la investigación; el hipotético – deductivo, para la elaboración de la idea a defender y la asunción de una lógica investigativa; el análisis - síntesis para el análisis de la información procedente de la caracterización histórica, teórico – metodológica y empírica del objeto y campo de la investigación y sistémico estructural, a partir del cual se desarrolla el análisis del objeto de estudio, tanto teórico como práctico, a través de su descomposición en los elementos que lo integran; para determinar los indicadores y variables que más inciden y su interrelación como resultado de un proceso de síntesis.

Igualmente, el análisis documental para la búsqueda de información relacionada con la caracterización histórica, teórica y empírica del objeto de la investigación con énfasis en su campo. La observación científica para profundizar en el problema, determinar insuficiencias y percibir el papel del bambú en la construcción de viviendas rurales.

### **Resultados y discusión**

Para la realización de cualquier estudio de valorización de recursos es necesario establecer una

serie de criterios que permitan encausar las acciones a seguir con el fin de lograr su correcto desarrollo. Estos se materializan a través de premisas, cualidades del residuo, proceso o ciclo de vida y la contextualización de sus dimensiones. A continuación, se desarrollan cada uno de estos criterios.

- *Premisas:*

Constituyen afirmaciones o ideas que ocurren y sirven de base para el razonamiento del proceso de valorización del recurso bambú. En este caso se describen las siguientes:

- Aspectos técnicos-arquitectónicos: La tecnología más adecuada para la VR será la que solucione integralmente: gestión, construcción, flexibilidad para crecer, mantenimiento, evolución de la vivienda y su entorno utilitario construido (Rotorando & Mellace, 2000). Como acciones importantes para mejorarla se propone:

- a) fortalecer la producción local de materiales y recuperar técnicas tradicionales;
- b) diseñar en tiempos y costos flexibles adecuados para cada comunidad;
- c) dar soluciones que respondan a la complejidad y diferenciación social, cultural, tecnológica y territorial, así como a la especificidad de las poblaciones, regiones, recursos, capacidades y naturaleza de las necesidades de los usuarios;
- d) desarrollar en forma integral el hábitat.

- Perspectiva agronómica. La VR debe proveer suficiente protección, higiene, privacidad y comodidad a sus habitantes, y aislarlos de agentes exteriores (calor, frío, lluvia, viento, etc.). Debe estar adecuadamente localizada y tener facilidad de saneamiento, según las actividades agropecuarias que realiza la familia (Sámano et al., 2001).

El espacio de la VR da alojamiento a rituales y costumbres relacionados con la edificación y la actividad económica y social donde se realizan distintas actividades en un mismo espacio. Es por ello que en su área se encuentran las habitaciones, así como corrales, gallineros, depósitos, acequias y canales; y que todos estos espacios se relacionan con el medio ambiente (clima, agua, catástrofes naturales). En ese marco, es necesario considerar en la VR espacios de actividades domésticas, productivas y de modos de producción.

- Perspectiva de la psicología ambiental. Sánchez (2006) sugiere:

a) atender operatividad y funcionalidad de la VR, considerando las principales actividades de la familia campesina y las apreciaciones de sus miembros, así como la idea que tienen de las casas modernas;

b) que las modificaciones a la VR separen las actividades domésticas de las productivas, invirtiendo en los espacios productivos para acondicionar en ellos lo que los espacios domésticos les proporcionan para sus actividades agropecuarias o de maquila. De esa manera, los espacios internos de las viviendas aun cuando no se modificarán podrían generar mayor bienestar, comodidad y calidad de vida a sus moradores.

- Participación de los usuarios. la participación de los usuarios se ha requerido por las necesidades de reconstruir pueblos devastados por desastres ambientales, y por el desconocimiento de la cultura regional y la pobreza de los pueblos rurales. Hay diferentes grados de participación; en algunos casos se les interroga, mientras que en otros se investigan de manera indirecta las necesidades familiares y los elementos necesarios para la construcción.

Cuando el planificador no sabe lo que necesita la población en su vivienda, la arquitectura debe buscar, concebir y construir espacios habitables que promuevan el equilibrio ecológico, económico, psicológico y político de los individuos y su sociedad, a partir de una propuesta participativa. Este diseño, de acuerdo a Vargas (2000), permite a la población expresar sus intereses desde las decisiones del proyecto hasta su ejecución, obteniéndose beneficios sociales, políticos, económicos y ambientales. La participación provoca que las personas se identifiquen con el trabajo, lo hagan suyo y se comprometan personalmente; además, que se organicen para resolver sus necesidades y obtener orientación para encontrar soluciones desde los medios que poseen.

En ese caso se proponen dimensiones sociales, económicas y ambientales en el uso del bambú, que facilitan la introducción de una nueva economía, la diversificación de la producción, así como el perfeccionamiento y progreso de las estructuras productivas (CPA, CSS, UBPC).

- *Dimensión social*

El desarrollo de procesos locales asociados al bambú en las zonas rurales, estimula la apropiación directa de los resultados contribuyendo a mejorar la calidad de vida del habitante de las comunidades agrarias. Resulta entonces, necesario definir las alternativas tecnológicas que permiten lograr un balance adecuado entre las necesidades de calidad y competitividad, por un lado, y la necesidad de crear fuentes de empleo por otra.

En el quehacer arquitectónico de la vivienda tradicional se debe mantener el control cultural, esto implica que la comunidad tome decisiones que salvaguarden sus propios valores culturales y fortalezcan su identidad. Por ello es importante que se generen acciones que permitan el fortalecimiento de los elementos culturales y su continuidad. En el quehacer arquitectónico de la vivienda tradicional se debe mantener la participación desde abajo y desde adentro de la comunidad, en este contexto la participación incluye no solamente la participación en el diseño y ejecución de las construcciones, sino también la distribución de sus beneficios.

- *Dimensión económica*

Considerar la sostenibilidad económica constituye un aspecto de vital importancia, pues producir elementos a partir del bambú asegura contar con un material que necesita mucha menos energía que la obtención de la mayoría de los materiales de construcción.

- *Dimensión ambiental.*

El desarrollo de la propagación, el cultivo y las tecnologías de construcción con bambú contribuirán decididamente a la preservación del medio ambiente. Por lo que, para cumplir con estas premisas y dimensiones se debe hacer hincapié en la población rural sobre el uso de este material con tantas bondades constructivas.

La planta debe ser cortada preferiblemente durante la estación seca y con la marea baja. Se debe hacer coincidir el momento del corte con la luna cuarto menguante y realizarse en las seis primeras horas del día para que la planta presente menos contenido de agua y concentración de carbohidratos. Posteriormente, debe someterse a un proceso de curado para reducir o descomponer el contenido de almidón o a un tratamiento con preservativos químicos contra los insectos y hongos. Es necesario aprovechar y manejar técnicamente las poblaciones de

bambú para evitar su estancamiento y degeneración.

Resulta de vital importancia prestarle atención a su comportamiento físico y mecánico, cuando se compara con los materiales tradicionales. Basta decir que posee características mecánicas, de fuerza y resistencia interesantes en relación con su peso y extrema ligereza, lo que hace que se conozca también como acero orgánico.

Sin embargo, las propiedades físico-mecánicas de las cañas de bambú dependen de muchos factores, como la humedad, el clima, la topografía, el terreno en el que crece, la edad, la parte de la planta a utilizar, el corte y el tratamiento (Soler 2017). Dentro de las propiedades físicas del bambú más destacables, que se deben tener en cuenta para su utilización como material de construcción se encuentran:

- *Peso específico*

Cuando la planta se encuentra en crecimiento, la humedad es mayor al 70% en la parte inferior de la caña, sin embargo, esta se reduce a un 20% cuando es mayor de los seis años. El peso específico también puede variar según la porción de culmo analizada, siendo en la base menor que en la parte superior.

- *Resistencia a la compresión paralela a la fibra*

Diversas han sido las investigaciones realizadas a probetas cilíndricas sometidas a compresión. Para este estudio la altura de las probetas ha variado de 2 veces el diámetro, 10 veces el espesor, igual altura que diámetro y de 10-15 cm. Los ensayos realizados con probetas de altura igual a 10 veces el espesor se sustentaron en el informe 147 (Strength test on Bamboo, 1956, India) de Forest Research Institute confirman que la longitud de las probetas sometidas a compresión paralela a la fibra no debe ser mayor de 10 veces el espesor, de lo contrario podrá producirse pandeo.

- *Resistencia a la tracción paralela a la fibra*

La guadua es conocida por su alto desempeño a la tracción paralela a la fibra. Los ensayos para determinar la resistencia a la tracción han tratado de imitar las pruebas realizadas en la madera. Láminas de guadua simulando la forma de corbatín se rompe en el ensanchamiento por cortante paralelo a la fibra. Por tal razón se decide fabricar láminas de guadua de un ancho constante (cercano a 2.2 cm). Para garantizar la falla por tracción se recomienda que la probeta posea

nudo en el centro.

- *Resistencia a la flexión*

Se recomienda hacer ensayos para varas de bambú con luces cortas (<1.50m), intermedias (1.50m-2.00m) y largas (>2.00m). Esto debido a que la solicitada a flexión presenta falla por corte, falla por flexión en luces intermedias y falla por deflexión en luces largas.

La norma INBAR recomienda para el ensayo a flexión un método de carga concerniente en dividir la fuerza que genera la máquina en dos partes por medio de una viga rígida, que a su vez transmite a cuatro caballetes ubicados sobre los nudos cercanos a los tercios de la luz.

De manera general, el bambú es un material estructuralmente eficiente, que se usa en un amplio abanico de aplicaciones estructurales (edificios, puentes). Su uso primario es en la construcción de viviendas y en el andamiaje de rascacielos, a pesar de la falta de códigos de construcción internacionales. Con el reconocimiento debido y los códigos pertinentes, el bambú puede usarse más y con mayor seguridad en la construcción.

El uso del bambú como material de construcción, ya sea primario, secundario, u ocasional es común en las áreas donde el bambú crece en suficiente cantidad. En regiones donde crece el bambú, el clima generalmente es cálido y húmedo, lo que conlleva al uso de materiales de baja capacidad de almacenamiento térmico y de diseños que permiten la ventilación cruzada. Las construcciones de bambú satisfacen plenamente estos requerimientos, lo que explica su uso en estas zonas. La flexibilidad y la alta resistencia a la tensión hacen que el muro de bambú sea altamente resistente a los sismos, y en caso de colapsar, su poco peso causa menos daños; la reconstrucción es rápida y fácil. Las mayores desventajas se deben a su relativa baja durabilidad (debido a ataques biológicos), y la baja resistencia a huracanes y fuego, por lo que las medidas de proyección son esenciales.

El bambú no contamina, no deja residuos que no sean biodegradables; reduce el CO<sub>2</sub>, y dado que necesita poca energía primaria para ser producido, por lo que su huella ecológica es baja; es fácil su corte y mantenimiento con las herramientas más sencillas. Esto lo hace idóneo tanto para zonas pobres y rurales como para las más avanzadas; debido a su

composición fibrosa permite cortes transversales y longitudinales; su sección circular, hueca y estrecha lo hacen ligero y fácil de transportar; su capa externa le dota de alta resistencia a tracción, equiparable a la del acero y alta resistencia a compresión, comparable con el hormigón. Inconvenientemente el tronco del bambú raramente crece totalmente recto; la forma cónica que presenta la caña hace que el diámetro cambie en toda su longitud; es sensible a la exposición a los rayos ultravioletas del sol y a la lluvia. Haciendo necesario protección y mantenimiento para su uso en la construcción.

Presenta, también, múltiples beneficios constructivos al implementarse en un proyecto ya que es un material térmico y aislante acústico debido que en el interior de las cañas de bambú se forman cámaras de aire que permiten regular la temperatura del material (y por ende de la vivienda) dependiendo del clima en el que se encuentre y también forman una barrera contra el sonido; las cañas delgadas pueden utilizarse como tubería para instalación hidráulica o de desagües pluviales; es un material bastante barato y se ha comprobado de que puede reducir el costo de una vivienda hasta en un 50 o 60%; usadas como muro, las cañas de bambú demuestran tener efectividad contra los sismos al funcionar en bloque. Tiene una larga vida útil, alrededor de 15-30 años y puede utilizarse como elemento estructural en forma de columnas y es resistente.

También puede funcionar como refuerzo estructural o como sustituto de la madera en algunos procesos constructivos; es un material renovable y al crecer rápidamente no es causa de erosión ni deforestación; se puede usar de manera decorativa en muros interiores; el bambú en su estado natural es una planta purificadora de aire, con lo cual mejoraremos la calidad del aire en nuestros hogares; esta planta es utilizada en el tratamiento de aguas residuales por su gran propiedad purificadora y filtradora; el bambú es un material que encaja perfectamente en varios estilos decorativos.

Sin embargo, por ser un material natural, hay que preparar el bambú antes de trabajar con él, ya que puede ser objeto de plagas (al igual que la madera) y también con esto aumenta su vida útil. Es deseable evitar el contacto directo con el agua debido a su naturaleza vegetal, no puede contener medidas estandarizadas como los ladrillos convencionales que

tienen medidas definidas, lo que presenta dificultades para que las uniones estructurales sean resueltas de manera segura. También es más difícil la industrialización de los elementos del bambú y su prefabricación como elementos constructivos.

El fuego es uno de los principales agentes de destrucción del bambú como material de construcción, a diferencia de la madera. Este es un elemento estructural de secciones robustas y conserva su capacidad de carga durante un incendio por más tiempo, por la protección que le procura la capa carbonizada que se forma en su superficie durante un incendio, la que actúa como un aislante. En los elementos de bambú la resistencia se reduce porque transversalmente es semejante a un tubo con sus paredes delgadas, sin embargo, con un diseño y mantenimiento adecuados, este riesgo se puede reducir considerablemente.

Por lo que a la hora de elegir una caña de bambú como material para la construcción se recomienda usar bambú seco, de edades comprendidas entre los 4 y los 6 años. No deben tener fisuras en los entrenudos, ni estar dañadas por la acción de insectos u hongos; utilizar cañas lo más rectas posibles, con una excentricidad máximo de 0.33%; para evitar el ataque de insectos, la humedad de la caña debe ser inferior al 20%; para su uso como columnas y se debe utilizar el tercio inferior de la caña.

En el caso específico de la construcción de la vivienda social rural con bambú, por el ligero peso de la estructura, las cimentaciones deberán estar formadas por una base de hormigón ciclópeo y una zapata de bloques de hormigón macizado. Esta se realizará a partir de excavar hasta el estrato resistente o hasta una capa de suelo que posea estabilidad.

La zapata podrá ejecutarse con bloques macizados con hormigón, unidos a la cimentación con barras de acero ancladas en el cimiento. Las mismas deberán llegar a sobrepasar la zapata para servir como elemento de fijación de los paneles, paredes o columnas (Figueredo, 2008).

### *Paso 2: Confeccionar la estructura portante*

La estructura portante es el esqueleto de una edificación y como tal debe soportar el peso propio de las paredes, de la cubierta y las demás que ocasionen los sismos, los vientos y otras cargas circunstanciales como choques o impactos. En las construcciones con

bambú se utiliza la vara rolliza como material fundamental de la estructura portante, las columnas u otros elementos verticales no se pueden empotrar directamente en el suelo o en el hormigón de la cimentación debido a la humedad del suelo y de la lluvia. Las columnas se construyen fundamentalmente de 100 mm de diámetro, se unen entre sí por medio de pernos roscados y se rellena el entrenudo por donde pasa el perno. Las columnas se unen al cimiento o sobrecimiento a través de barras de acero que previamente se dejaron empotradas en el cimiento. Las vigas se colocan cuando las columnas han sido levantadas, se utilizan uniones adecuadas que garanticen rigidez y soporten los esfuerzos a los que estará sometida la estructura. Las diagonales o varas de bambú que se colocan de forma inclinada son de vital importancia pues evitan el movimiento lateral de la estructura, son ubicadas en esquinas o vértices de la estructura

#### *Tarea 2.1: Unión columna – cimiento*

El bambú en ningún caso debe estar en contacto directo con el suelo, la mampostería o el hormigón. El bambú se apoyará en un elemento metálico u otro material impermeable. Los esfuerzos de compresión se transmiten a través del elemento metálico por lo que debe apoyarse de forma continua en la cimentación y los esfuerzos de tracción se transmiten a través de los pernos. La unión debe actuar como elemento resistente al corte, por lo cual el elemento metálico debe abrazar al bambú y que sirva como tope al movimiento horizontal entre el muro y el cimiento.

Las uniones deben colocarse como mínimo cada 1.50 m, en las esquinas de las paredes o paneles, en los bordes de aberturas de las puertas o en los puntos medios del muro. Las platinas que separan al bambú del cimiento deben ser de 3.2 mm de espesor y el mismo diámetro que el bambú de la columna.

#### *Paso 3: Montaje de paneles y paredes*

Los paneles y paredes son los elementos de cierre de la estructura. La diferencia entre paneles y paredes es que los paneles son prefabricados mientras que las paredes son hechas en el propio lugar. Prefabricar paneles es una técnica muy utilizada en las construcciones con bambú, generalmente se utiliza sin incluir las terminaciones es decir los paneles prefabricados no son revestidos.

Existen numerosas técnicas según Figueredo (2008),

para construir paredes con bambú entre ellas podemos analizar las siguientes:

- Pared de bahareque: Está formada por varas (párales) de bambú de 100 mm de diámetro como promedio separadas unas de otras entre 30 y 40 cm, estos se encuentran unidos a soleras inferiores y superiores y son recubiertos con esterillas de bambú las cuales son fijadas a los parales por medios cintas de bambú, clavadas y amarradas con alambre galvanizado. Esta pared es recubierta con dos capas de mortero de tierra o barro y estiércol vacuno en proporción 1:2, se utiliza también mortero de cemento y arena en proporción de 1:5.

- Pared de quincha: Las paredes de quincha son utilizadas en la construcción de viviendas de bajo costo. Su sistema de construcción permite lograr paredes con poco espesor y resistentes. Esta pared está formada por soleras, parales, soportes de las tiras y las tiras. Existen dos formas de construir este tipo de pared que tienen que ver con la dirección en que se entretejen las tiras con respecto a los soportes de las mismas. Para la construcción se utilizan tiras que sean flexibles y no se rompan al momento de colocarlas, entretejerlas. En el recubrimiento de las paredes se emplean de dos a tres capas de mortero de tierra o cemento siendo el de cemento el más aconsejable.

- Pared con paneles de esterilla tejida: Esta pared está formada por paneles con marco de bambú, soleras y parales, soportes intermedios de forma horizontal y tiras para fijar la esterilla a los marcos. La esterilla que utiliza es entre 5 y 20 cm de ancho, la cual debe ser flexible y muy delgada.

#### *Tarea 3.1: Unión cimiento – panel o cimiento – pared*

Los muros deben estar unidos efectivamente con la base de hormigón ciclópeo o con la zapata, los paneles o paredes pueden construirse utilizando solo bambú o combinándolos con madera aserrada, las soleras de los muros en algunos casos estudiados se recomiendan sea de madera aserrada, en casos de viviendas sismo resistentes, pues las soleras de bambú suelen sufrir aplastamiento. Cuando se utiliza la madera aserrada para soleras, la unión con los cimientos o las zapatas se logra con barras de acero roscadas o no, es recomendable separar la madera de la cimentación con un papel impermeable que evite el contacto de esta con la humedad. También para esta unión se puede hacer uso de soleras de bambú. Cuando los paneles o

paredes se construyen solo con soleras de bambú se conectarán estas con elementos verticales de acero, tal como se haría para conectar columnas de bambú.

### *Tarea 3.2: Unión entre paredes y paneles*

Los muros o paneles pueden estar en el mismo plano o en planos perpendiculares. En el caso de los muros en el mismo plano, la conexión puede ser similar a la unión cimiento-muro, se realiza con pernos roscados. Por cada unión deben existir por lo menos dos pernos de unión, colocados a un tercio de la altura del muro. Para los muros en planos perpendiculares se usarán pernos en ambas direcciones.

### *Tarea 3.3: Instalaciones básicas*

Las instalaciones son un tema poco abordado en la bibliografía, los materiales consultados se restringen a exponer la colocación de las mismas, los materiales y el diseño, en casi la generalidad de los casos estudiados siempre se plantean bajo el piso y empotradas en las paredes. Las instalaciones sean hidráulicas, sanitarias o eléctricas no deben ser empotradas en el muro por las características de los paneles o paredes, es recomendable adosarlas con el objetivo de facilitar su mantenimiento y evitar que cualquier rotura afecte la estructura. Los materiales que se utilizan son los tradicionales, tuberías plásticas desde 50 mm hasta 100 mm en las redes sanitarias, las instalaciones hidráulicas se construyen con tubos y conexiones plásticas o de acero galvanizado, con 12 mm en la red hacia las salidas hidráulicas y 25 mm la salida desde el tanque elevado. Las instalaciones eléctricas son conducidas por canalizadores plásticos de 12 mm y cables de acuerdo con la demanda eléctrica de cada circuito. Se puede considerar que no empotrar las instalaciones facilita la reparación de averías y el mantenimiento de las mismas.

### *Paso 4: Montaje de la cubierta*

La vivienda de bambú tradicionalmente ha sido construida con techo de materiales ligeros, aunque en algunos casos se pueden ver cubiertas de tejas criollas de barro. La cubierta más empleada en las construcciones con bambú, es la de zinc, que es ligera, fácil de colocar y no requieren de mano de obra calificada, aun cuando son poco apropiadas para los climas cálidos por la cantidad de calor que transmiten hacia el interior de las edificaciones.

### *Tarea 4.1: Unión muro - cubierta*

En los sistemas constructivos en que se emplea madera aserrada, la unión entre la cubierta y el muro es semejante a la unión con la cimentación. Cuando el sistema es base en su totalidad de bambú, la conexión se realizará conectando los elementos verticales de muros o paneles con las soleras, se logra esto empotrando un perno roscado en el entrenudo superior de los elementos verticales que se rellena con mortero de arena y cemento (1:3) y debe culminar con un suncho metálico que impida la rotura de forma longitudinal de la vara. Si la estructura es a partir de paneles prefabricados se debe rematar sobre los paneles con una solera que cierre toda la estructura y sobre este elemento colocar la estructura de la cubierta. Cada vez que se requiera dejar expuesto el bambú de los marcos del muro o panel o si se construye un portal o terraza anexo la cubierta debe dotarse de un alero con las dimensiones necesarias para que no se exponga al material directamente al sol o el agua.

### *Tarea 4.2: Confeccionar los elementos de soportería*

La estructura del techo es un conjunto de elementos que unidos entre si soportan los elementos de cubierta, en las viviendas que se han analizado son estructuras de baja complejidad, lo cual está determinado por el tipo de vivienda y el peso del techo, que suele ser casi en su totalidad ligero (tejas de zinc, fibrocemento o fibras naturales). Los materiales que se emplean generalmente para la soportería son varas de bambú en su estado natural. En los casos donde la vivienda tenía cubierta de tejas criollas la estructura sin llegar a ser de alta complejidad si requería tener en cuenta algunos elementos estructurales adicionales para soportar el peso del techo.

Posteriormente a ser colocada la estructura portante, se inicia la colocación de la soportería de techo, se construye por elementos de manera muy semejante a la estructura de madera o pueden ser utilizadas cerchas prefabricadas.

### *Tarea 4.3: Colocación de tejas*

Las láminas ya sean metálicas o de asbesto cemento se colocarán desde el borde inferior de la cubierta hacia la superior, iniciando los trabajos por la parte de la cubierta que está en la dirección por donde viene el viento y con el solape recomendado para cada tipo de cubierta, son aseguradas a los elementos de la estructura por tornillos, anclajes o tirafondos.



### *Paso 5: Realizar las tareas de terminación y mantenimiento*

Toda vivienda y edificación requiere de un buen acabado para mantener un alto valor estético y que la vida útil de la edificación sea la esperada. Por las características de los materiales con los que se construye es obligatorio un buen mantenimiento que debe ser programado desde la etapa de proyecto, se deben acometer mantenimientos periódicos pues el bambú requiere de una vigilancia eficaz para poder evitar problemas a la edificación, pueden presentarse ataques de insectos u hongos, la humedad puede afectar a la edificación, así como otros problemas que atendidos a tiempo pueden prolongar la vida útil de la vivienda. Cuatro veces al año se recomienda realizar una inspección a la vivienda lo cual permitirá detectar las posibles fallas de los elementos estructurales, en sus uniones o por estar sometidos a esfuerzos para los que no fueron diseñados, detectar cualquier afectación por humedad, apreciar cuidadosamente si se ha producido algún ataque de insectos, en este último aspecto es necesario que ante la presencia de cualquier plaga se tomen medidas de inmediato y aplicar cualquier producto de preservación, si el elemento ha sido muy afectado entonces se procede a cambiarlo por otro.

Según el arquitecto Jorge Moran se deben tener en cuenta los siguientes elementos para el acabado y el mantenimiento de la vivienda de bambú:

1. Cerrar las cavidades. Se llena la cavidad de la vara en su extremo con mortero de cemento y arena.
2. Tratamientos de piezas expuestas. La caña picada, las tiras, las varas de bambú rollizas u otro elemento de bambú expuesto a la intemperie deben ser protegidos mediante un tratamiento periódico.
3. Tratamiento de piezas interiores. De igual manera todas las piezas interiores de bambú deben tener un buen acabado y se mantenidas.
4. Quemar la caña picada. Para evitar el emblanquecimiento del bambú con el tiempo, es necesario dar un acabado de quemado con soplete. Este acabado puede ser hecho antes o después de haber ubicado las piezas en la edificación. El quemado además del valor estético, contribuye al secado del material y a su preservación.
5. Cortar sobrantes de pernos. Los sobrantes de

pernos y varillas que sobresalen de las tuercas deben ser cortados para evitar accidentes y por razones estéticas.

Otras de las recomendaciones de los profesionales vinculados al tema son:

- Los aleros se plantean tendrán como mínimo 1.00 m. Los paneles o paredes se construirán con los apoyos necesarios y elementos que sirven de arriostramiento a la estructura portante.
- Cada uno de los anclajes que se construyan serán hormigonados en el entrenado donde se colocan.
- Se canalizará el drenaje pluvial del terreno.
- Lograr un nivel de zapata sobre el terreno de 0.30 m.
- Los elementos verticales de bambú en los paneles o paredes serán continuos de piso a techo.
- La distancia entre elementos verticales será como mínimo de 1.0 m.
- Las paredes exteriores siempre se repellarán.
- Revisar las instalaciones hidráulicas y sanitarias para que no presenten filtraciones que dañen la estructura de la vivienda.
- En caso de usar cerchas en la cubierta colocarlas como mínimo a 2.50 m.
- Si aparece un polvo amarillo en la estructura, hay ataque de insectos, encontrar el origen y aplicar algún preservante. El mantenimiento es uno de los factores que han afectado a las viviendas construidas en las provincias orientales, otro aspecto que ha influido es el diseño y problemas en la ejecución.

### **Conclusiones**

A través del estudio de la vivienda social rural, es posible definir que la misma está en constante intercambio con el medio natural, constituye, a su vez, una herencia cultural legando una tradición constructiva utilizando materiales naturales asequibles al poblador rural. Por su parte el bambú es un material con gran potencial, que presenta un gran número de ventajas y de posibilidades como material de construcción. Destacan su ligereza, flexibilidad, bajo coste y sobre todo su resistencia ante la aplicación de esfuerzos. La unión de estos criterios permite la creación de un procedimiento para la construcción de viviendas rurales como una herramienta práctica y

documentada que permita al sistema de vivienda la toma de decisiones para mejorar el fondo habitacional.

### Recomendaciones

Como consecuencias del estudio realizado y las conclusiones expuestas con anterioridad, la autora recomienda la divulgación de las potencialidades de los usos del bambú, incluyendo las tecnologías y procesos de transformación que contribuyan a elevar el conocimiento de la población rural sobre este material y el desarrollo de investigaciones que abarquen los procesos de producción y construcción teniendo en cuenta las especies de bambúes presentes en el país. Sugiere además involucrar al sector de la vivienda en los programas de uso y desarrollo del bambú.

### Financiamiento de la investigación

Investigación realizada bajo el financiamiento de la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”.

### Contribución de los autores

Sánchez Chacón: Diseño de la investigación, gestión de la bibliografía, revisión documental, análisis del resultado, redacción del artículo y revisión final.

Urbina Reynaldo: Diseño conceptual y metodológico de la investigación, gestión de la bibliografía, análisis de resultados, redacción del artículo y revisión final.

### Conflictos de intereses

No se expresan conflictos de intereses.

### Referencias

- Figueredo Reyes, R. (2008). *Manual para la producción y construcción de la vivienda rural con Bambú*. (Tesis de maestría inédita) Universidad de la Habana, Cuba.
- Matos Rojas, Y. (2020). *Procedimiento para la construcción de la vivienda social rural con bambú*. (Tesis de grado) Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”, Cuba.
- Oviedo Prieto, R. y González-Oliva, L. (2015). Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba - 2015. *Bissea*, 9 (número especial 2), pp. 1-88.
- Polo de la Rosa, M., Zambruno, M., Zanchetti, N. (2014). *Construcción de Viviendas Sustentables a base de Bambú*. (Tesis de grado) Instituto

Tecnológico de Buenos Aires, Argentina.

- Riverón Batista, M. R. (2019). *Potencialidades del Bambú para la vivienda social rural*. (Tesis de grado) Universidad de Holguín, Cuba.
- Roze, J. (2000). Conceptualización de la vivienda rural. En J. González y M. Villar, (Eds.), *Memorias del II Seminario y taller iberoamericano sobre Vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales*. Ciudad de México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí-Rotorando & Mellase. (pp. 12-15).
- Sámamo, M., Cervera, E., Jiménez, C., Galván, F., Martínez, M., Hernández, F. et al. (2001). Consideraciones sobre la sociedad rural y su desarrollo. En B. Mata y C. Villanueva, (Eds.), *México rural: Políticas para su reconstrucción*. Ciudad de México: Universidad Autónoma de Chapingo. (pp. 254-299).
- Sánchez, Q. C. (2006). Cambios operativos y funcionales en la vivienda rural en zona de expansión demográfica. *Psicología para América Latina*, 7 (8), pp. 1-18. Recuperado de <http://psicolatina.org/siete/cambios.html>
- Soler Soler, P. (2017). *Uso del bambú en la arquitectura contemporánea*. (Tesis de grado) Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Vargas, L. (2000). Vivienda rural y calidad de vida en México. En J. González y M. Villar, (Eds.), *Memorias del II Seminario y taller iberoamericano sobre Vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales*. Ciudad de México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí-Rotorando & Mellase. (pp. 49-66).