

## Villa turística de bambú ¿Una alternativa para el desarrollo hotelero en Cuba?

### Bamboo Tourist Village. An alternative for Hotel Development in Cuba?

Mabel R. Matamoros Tuma, Arnoldo E. Álvarez López, Mederico P. Rojas Rojas,  
Beatriz Pérez Ríos y Jorge P. Fonseca Salgado

**RESUMEN:** El turismo ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años en Cuba y las políticas nacionales favorecen esta tendencia. Este trabajo busca nuevas formas de lograr este propósito indagando en soluciones de diseño de instalaciones turísticas de pequeña capacidad de alojamiento en entornos naturales, con el uso del bambú como material constructivo. Se aplicaron diversos métodos teóricos y prácticos, entre ellos la realización de un modelo a escala 1:10 de una cabaña. Se proponen soluciones de diseño de una villa turística de 100 habitaciones en "Salto y Ganuza", al norte de Villa Clara, estimándose que el costo de la cabaña de bambú representa el 61% de una similar con técnicas tradicionales. Esto, unido a la versatilidad del bambú para lograr formas atractivas y novedosas dentro del panorama nacional, y a sus beneficios al medio ambiente, sugiere que la propuesta resulta una alternativa válida para el desarrollo hotelero en el país.

**PALABRAS CLAVE:** diseño, villas turísticas, bambú, arquitectura sostenible, *Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland*, Salto y Ganuza

**ABSTRACT:** Tourism has experienced sustained growth in recent years in Cuba and national policies favor this trend. This work seeks new ways to achieve this purpose by investigating design solutions for tourist facilities with small accommodation capacity in natural environments, with the use of bamboo as a building material. Various theoretical and practical methods were applied, including the realization of a 1:10 scale model of a cabin. Design solutions are proposed for a 100-room tourist village in "Salto y Ganuza", north of Villa Clara, estimating that the cost of the bamboo hut represents 61% of a similar one with traditional techniques. This, together with the versatility of bamboo to achieve innovative forms within the national panorama, and its benefits to the environment, suggests that the proposal is a valid alternative for hotel development in the country.

**KEYWORDS:** design, tourist villages, bamboo, sustainable architecture, *Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland*, Salto y Ganuza

RECIBIDO: 12 diciembre 2018

APROBADO: 30 enero 2019

## Introducción

La industria turística cubana ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, atendiendo al aumento sostenido de las cifras de turistas que arriban al país [1]. Esta tendencia se debe ver reforzada en los próximos años por las nuevas políticas nacionales que apuestan por el desarrollo de este sector, al expresar: “la actividad turística deberá tener un crecimiento acelerado que garantice la sostenibilidad y dinamice la economía, incrementando de manera sostenida los ingresos y las utilidades, diversificando los mercados emisores y segmentos de clientes, y maximizando el ingreso medio por turista.” [2]

Según fuentes oficiales, en el año 2017 los hoteles representaban alrededor del 57% de los establecimientos de alojamiento en el país, con el 74% del total de habitaciones [1]. Estos valores parecen corresponderse con la visible tendencia en la edificación de grandes conjuntos hoteleros, similares a instalaciones de otros destinos turísticos en el mundo. Sin embargo, para lograr el crecimiento esperado sobre bases sostenibles, podrían también explorarse formas diferentes de alcanzar tales propósitos. Bajo esta idea de partida se llevó a cabo el estudio de una alternativa de turismo sostenible, que pudiera resultar atractiva para un sector del mercado interesado en el disfrute de la naturaleza y en la preservación del medio ambiente, el cual cuenta cada vez con más partidarios en el mundo.

Un referente de partida es la modalidad de villa turística, que tiene una presencia valiosa en Cuba, a pesar de que la cantidad de instalaciones de su tipo ha experimentado un decrecimiento en los últimos cinco años, al pasar de 58 a 31 unidades en los años transcurridos entre 2013 y 2017 [1]. Algunas de estas instalaciones destacan como ejemplos importantes, como es el caso del conjunto Guamá (1960), ubicado en la Ciénaga de Zapata, el cual todavía hoy permanece como una obra notable de la arquitectura cubana. Uno de sus grandes atractivos consiste en la belleza de sus instalaciones, construidas con maderas preciosas, mientras la generalidad de las villas en explotación ha sido edificada con técnicas constructivas tradicionales. Otra referencia muy singular y distanciada de los cánones establecidos, pero exitosa como oferta turística, pudiera encontrarse en Villa Capricho, ubicada en Cayo Largo del Sur, que a partir de técnicas y espacios que hacen honor a su nombre, lograban atraer a cierto sector del mercado, interesado en el disfrute de la excepcional naturaleza del lugar, en un ambiente rústico que recreaba la humilde vivienda rural.

Resultan también de interés para este trabajo, las bases de campismo popular<sup>1</sup>. Se trata de una alternativa modesta, dirigida en sus orígenes al turismo nacional, que fuera concebida para el disfrute de la naturaleza, abarcando desde tiendas de campaña, hasta pequeñas edificaciones muy sencillas. Con el paso del tiempo han sido objeto de transformaciones para aumentar la calidad de sus servicios, y en la actualidad se incluyen dentro de las capacidades de alojamiento del sistema del turismo, aportando 15 652 camas [1]. El interés que pudiera tener esta opción de turismo a corto plazo se tomó también como oportunidad para el desarrollo de este trabajo.

En el ámbito internacional se aprecia que la generalidad de las edificaciones de este tipo localizadas en ambientes naturales utilizan materiales de construcción en armonía con su medio, siendo la madera uno de los más recurrentes. Sin embargo, en el caso de Cuba, a pesar de los programas de reforestación implementados en las últimas décadas [3,4] el uso de la madera continúa siendo muy limitado dentro del sector de la construcción,

- [1] ONEi. Anuario Estadístico de Cuba 2017. Capítulo 15: Turismo. [Internet] La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información; 2018. [consultado: 2 febrero 2019]. Disponible en: <http://www.onei.cu/aec2017/15%20Turismo.pdf>.
- [2] Partido Comunista de Cuba. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y La Revolución. [Internet] 2011 [consultado: 28 de noviembre 2018]; [38 p.] Disponible en: <http://www.cubadebate.cu/wp-content/uploads/2011/05/folleto-lineamientos-vi-cong.pdf>.
- [3] Berenguer Sánchez A, Matos Rey E. La protección jurídica de la reforestación en Cuba. Revista Anales de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales [Internet]. 2016 [consultado: 11 noviembre 2018]; 13(46):[13-38 pp.]. Disponible en: <https://revistas.unlp.edu.ar/RevistaAnalesJursoc/article/download/3975/3799/>. ISSN 2591-6386.
- [4] ESPECIAL: Cuba mantiene planes de reforestación. News Xinhua Español. [Internet] 2015 [actualizado: 10 mayo 2015; consultado: 6 septiembre 2018.]. Disponible en: [http://spanish.xinhuanet.com/sociedad/2015-05/10/c\\_134225280.htm](http://spanish.xinhuanet.com/sociedad/2015-05/10/c_134225280.htm).

<sup>1</sup> Inicialmente fueron administradas por la Empresa Nacional de Campismo Popular, denominado más tarde Grupo Empresarial Campismo Popular.

lo que justifica la búsqueda de otros materiales con prestaciones similares, que permitan la satisfacción de la demanda, la renovación estética de la arquitectura hotelera, y también la disminución de importaciones en el mercado internacional. El uso del bambú podría ser una posible solución al problema de partida de este trabajo, pues su empleo como material constructivo ha demostrado innumerables ventajas en instalaciones turísticas de este tipo en diferentes regiones del mundo.

Las especies de bambú se caracterizan por su rápido crecimiento, y figuran en el país entre las plantas con mayores posibilidades para disponer en corto tiempo de bosques naturales económicamente explotables [5]. Se conoce que en los últimos años la reforestación con bambú ha crecido sensiblemente [5-8], destacándose la especie conocida como *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland considerada como no maderable, pero con ciertas particularidades ventajosas, entre ellas, tallo leñoso con muy buenas características; rápido crecimiento, y tiempos de cosecha no mayor de cinco años. Crece en poblaciones arborescentes y densas, presentando culmos (varas) erectos, o inclinados en la mitad superior, de 8 a 15 m de alto, y 5 a 10 cm de diámetro, desnudos en la mitad inferior. Posee nudos basales enraizados; entrenudos huecos, de hasta 45 cm de largo, y paredes de 7 a 15 mm de grosor [9], aunque puede llegar a 20 mm de espesor en la sección inferior de la caña.

En este momento el bambú se utiliza casi exclusivamente en la elaboración de muebles y objetos artesanales, a pesar de que su uso en la construcción no es nuevo en el ámbito nacional, pues se conoce de experiencias desarrolladas en Granma, Holguín, Villa Clara, y otras provincias, fundamentalmente en la edificación de viviendas rurales, así como en la producción a pequeña escala de tableros [10,11]. Algunos de estos proyectos e investigaciones fueron promovidos por la Comisión Nacional de Bambú y Ratón (CNBR)<sup>2</sup>, la ONG Hábitat Cuba y el proyecto Bambú Biomasa<sup>3</sup>, entre otros. La paralización de algunos de estos planes y la escasa difusión de los resultados obtenidos han causado la discontinuidad del conocimiento acumulado, e impedido que esta tecnología se extendiera con mayor fuerza en el país.

Este trabajo explora las ventajas y limitaciones del bambú como material constructivo en la propuesta de una villa turística en el norte de Corralillo, provincia de Villa Clara, con lo cual se espera contribuir en la búsqueda de soluciones para diversificar las ofertas turísticas, y en el aporte de nuevos argumentos sobre el uso de esta gramínea en la construcción en el país, la cual reporta grandes ventajas desde el punto de vista ambiental y en la sostenibilidad del medio ambiente construido.

## Materiales y métodos

Esta investigación responde a un interés académico<sup>4</sup>, y estuvo encaminada a explorar formas diferentes de resolver problemas que existen en la práctica de la arquitectura en el país, teniendo como una de sus salidas, la realización de un trabajo de diploma [12]. El proceso se desarrolló en varias etapas, que se describen seguidamente.

<sup>2</sup> Creada en 1989 por el Instituto de Investigaciones Forestales (IIF)

<sup>3</sup> Experiencia apoyada por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), la organización no gubernamental suiza ONG Sofonías y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

<sup>4</sup> El trabajo se desarrolló como parte de las tareas del Grupo de investigación de Diseño, Facultad de Arquitectura de la Universidad Tecnológica de La Habana José A. Echeverría, Cujae.

- [5] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Reforestación con bambú como alternativa ecológica para la producción sostenible de materiales de construcción y viviendas (Bambú-biomasa). Estudio de caso de las buenas prácticas. [Internet]. La Habana: CRMI; 2006. [consultado: 10 enero 2019]. Disponible en: [http://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home/library/crisis\\_prevention\\_and\\_recovery/reforestacion-con-bambu-como-alternativa-ecologica-para-la-produ.html](http://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home/library/crisis_prevention_and_recovery/reforestacion-con-bambu-como-alternativa-ecologica-para-la-produ.html).
- [6] González M, Benítez Y, Sánchez O, Friol P. La reforestación con bambú como una alternativa ecológica en la producción sostenible de materiales de construcción y vivienda. Fase II. Municipio de Viñales, Pinar del Río [Internet]. Food and Agricultural Organization of the United Nations; 2011 [consultado: 12 septiembre 2018]. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2012800045>.
- [7] ACTAF. Reforestación con bambú como alternativa ecológica para la producción sostenible de materiales de construcción y viviendas (Proyecto BAMBU-BIOMASA). Agricultura Orgánica [Internet]. 2007 [consultado: 12 septiembre 2018];(1):[26-7]. Disponible en: [http://www.actaf.co.cu/revistas/revista\\_ao\\_95-2010/Rev%202007-1/11-Reforestacion%20Bambu.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202007-1/11-Reforestacion%20Bambu.pdf).
- [8] ECOSUR. Reforestación con bambú, una alternativa ecológica para la producción de materiales [Internet]. ECOSUR; 2007 [consultado: 13 diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.ecosur.org/index.php/todos-los-articulos/59-ecosur-e-magazine/edicion-26-julio-2007/388-reforestacion-con-bambu-una-alternativa-ecologica-para-la-produccion-de-materiales>.
- [9] Catasús, L. Taxonomía, características y generalidades e importancia económica y natural de los bambúes arborescentes cultivados en Cuba. Bayamo, ACTAF; 2003. 22 p.
- [10] Catasús L, Lorenzo MdlÁ. Manual Técnico para la Producción del Bambú. Bayamo: ACTAF; 2002. 24p.
- [11] Rojas Rojas MP. Tecnologías de fabricación y características físico mecánica de los tableros de bambú. En: Libro de Ponencias: Conferencia Internacional de Bambú. Santa Clara: CIDEM-Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2011.
- [12] Pérez Ríos B, Fonseca Salgado JP. Uso del bambú como material de construcción. Caso de estudio villa turística en las playas del oeste villaclareño [Diploma]. La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría; 2018. 163 p.

ETAPA PRELIMINAR. Estuvo dirigida a realizar las primeras búsquedas sobre el uso del bambú como material constructivo, tanto en Cuba como en otros países. El estudio se enfocó hacia el diseño de una cabaña turística, con énfasis en las soluciones constructivas. Como parte del proceso, se produjo un prototipo a escala 1:10, que permitió la familiarización con el material y con las soluciones estructurales y constructivas, así como con las posibilidades expresivas asociadas a este material. (Figura 1). En esta fase preliminar se realizaron estudios documentales y de campo, y se establecieron contactos con especialistas en diferentes lugares del país. También se realizaron estudios para encontrar posibles interesados en las propuestas, y un sitio con potencialidades donde aplicar las mismas en etapas posteriores de la investigación. En la realización de este trabajo se contó con el apoyo del Centro de Bambú<sup>5</sup> y de otros especialistas e instituciones, entre ellos, la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, y la Dirección de Desarrollo de las Inversiones de la Inmobiliaria del Turismo. Los resultados parciales fueron discutidos regularmente en seminarios del grupo de investigación, con la participación de expertos, en calidad de invitados.

ETAPA 1. Se precisaron el diseño de la investigación, los objetivos, los métodos, las etapas, y la programación. Atendiendo a los propósitos del trabajo, en esta fase se desarrollaron en paralelo estudios particulares sobre dos temas: el bambú como material de construcción y el turismo.

En relación con el uso del bambú, se recopilaron, analizaron y sintetizaron numerosos documentos sobre el tema, a partir de la consulta de libros, artículos, normas, y manuales técnicos, entre otros, [5] [10,11] [13-18] ordenando el estudio según los siguientes aspectos:

- Características generales del cultivo del bambú.
- El cultivo del bambú en el contexto cubano, características, especies disponibles y políticas.
- Experiencias precedentes en el uso del bambú en la construcción en Cuba.
- El bambú como material constructivo: Características físico-mecánicas del bambú; Tratamientos para la preservación de las cañas.
- Soluciones técnicas, constructivas, y de mantenimiento; Indicadores técnico-económicos del uso del bambú en la construcción; requerimientos generales para el diseño estructural, y métodos de cálculo de estructuras de bambú; ventajas y limitaciones del uso del bambú en la construcción; y consideraciones a tener en cuenta para mitigar el riesgo de desastre en las construcciones con bambú.

Sobre la base de las variables definidas se estudiaron comparativamente experiencias internacionales de obras turísticas construidas con bambú. Debido a la escasez de documentos publicados sobre las prácticas cubanas, en esta etapa resultaron de gran importancia las consultas a expertos nacionales y artesanos conocedores del uso de este material, para estar al tanto de las mejores prácticas, así como los precios en el mercado informal. Los resultados obtenidos en esta parte de la investigación permitieron definir las recomendaciones generales para el uso del bambú en la villa turística, que sirvieran de base para las propuestas de diseño.

- [13] Borges Navarro AT. Uso del bambú como material de construcción para contribuir al mejoramiento del hábitat [Diploma]. Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; 2017.
- [14] Londoño X. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo. Santafé de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2002.
- [15] Morán Ubidia JA. Construir con bambú (Caña de Guayaquil) Manual de construcción. Lima: INBAR-IVUC-Dirección de Construcción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; 2015 [consultado: 12 diciembre 2018]. Disponible en: [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).
- [16] Ordóñez Candelaria VR, Mejía Saulés T, Bárcenas Pazos GM. Manual para la construcción sustentable con bambú. Zapopan (Jalisco, México): Comisión Nacional Forestal/Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico/Gerencia de Desarrollo y transferencia de Tecnología; 2002 [consultado 12 de noviembre 2017]. Disponible: <https://civilgeeks.com/2016/12/15/manual-la-construccion-sustentable-bambu/>.
- [17] Clark LG, Londoño X, Ruiz-Sánchez E. Bamboo Taxonomy and Habitat. In: Liese W, Köhl M (eds). Bamboo, Tropical Forestry 10. Switerland: Springer International Publishing; 2015 [consultado: 12 enero 2019]. DOI 10.1007/978-3-319-14133-6\_1. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-14133-6\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-14133-6_1).
- [18] Luna P, Takeuchi C, Granados G, Lamus F, Lozano J. Metodología de diseño de estructuras en guadua angustifolia como material estructural por el método de esfuerzos admisibles. Educación en Ingeniería [Internet]. 2011 [consultado: 10 septiembre 2018]; (11):[66-75]. Disponible en: <https://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/117/104>.



Figura 1. Sesión de trabajo en el que se presenta el modelo de cabaña de bambú. Izquierda: estudiante Jorge P. Fonseca, derecha: ingeniero Carlos Martínez. Fuente: autores.

<sup>5</sup> El desarrollo de este trabajo contó con el apoyo del Centro de Bambú, liderado por el Ingeniero Carlos Martínez [www.bambucentro.com](http://www.bambucentro.com)

Estudio del desarrollo turístico. Se procedió de forma similar a la anterior, centrando la atención en los siguientes aspectos:

- Antecedentes y tendencias del desarrollo turístico.
- Políticas y estrategias del desarrollo turístico en Cuba, y lineamientos para las nuevas inversiones turísticas en el país.
- Requerimientos de diseño de las villas turísticas, e indicadores técnico- económicos, a partir de la consulta de diferentes documentos [19-26] analizándose las siguientes variables:
  - Variables de localización: Ubicación; relación con zonas urbanizadas; vías de comunicación; infraestructura técnica.
  - Variables a nivel de plan general: Subsistemas componentes; áreas; relaciones funcionales entre los subsistemas; servicios básicos; forma de relación con el medio natural donde se ubica; esquemas de composición; requerimientos técnicos hidráulico, sanitario, y energético.
  - Variables a nivel de cada subsistema: Espacios componentes; dimensiones; relaciones funcionales entre los subsistemas; requerimientos espaciales y ambientales; y requerimientos espaciales y ambientales.

Se estudiaron experiencias precedentes en el tema de villas turísticas, tanto en Cuba como en el mundo, realizándose análisis comparativos de documentos especializados a partir de las variables definidas para la investigación, y visitas a instalaciones similares en el país.

Esta parte del trabajo estuvo encaminada a elaborar las bases teóricas que permitieran fundamentar las potencialidades de la oferta turística que se pretendía proponer. Otro objetivo del estudio estuvo dirigido a trazar las bases para el planeamiento y el diseño de la villa turística, según el análisis de las normas vigentes, y su comparación con ejemplos de instalaciones existentes.

ETAPA 2. Esta etapa comprendió las siguientes tareas:

- Selección de la zona donde realizar la propuesta de una villa turística. Al no contar con una entidad interesada en el desarrollo de la experiencia, desde la etapa preliminar se emprendieron acciones para encontrar un lugar apropiado donde localizar la villa turística, estudio que concluyó en esta etapa de trabajo. Los criterios para la selección fueron: estar enclavado en una zona con atractivos naturales, ya sean costeros como rurales; tener una extensión que se ajustara a las dimensiones fijadas en la etapa anterior para la villa turística; estar ubicado en un área destinada al desarrollo turístico; disponer de una infraestructura técnica y de servicio que hiciera viable la inversión; presentar condiciones ventajosas desde el punto de vista ambiental; y disponer de reservas de bambú en las zonas cercanas al sitio.
- Diagnóstico del sitio. Una vez seleccionado el lugar, se realizó el estudio del mismo, atendiendo a las siguientes variables:
- Ubicación y características del sitio: topografía; clima; redes hidro-sanitarias y eléctricas; accesibilidad; fuentes contaminantes; flora y fauna.
- Relaciones con otras instalaciones existentes en el lugar.
- Regulaciones urbanas y de planificación del sitio.
- Disponibilidad de las especies de bambú escogidas para la construcción.

[19] Álvarez López AE, Acosta Ortega Y. Desarrollo del turismo en Salto-Ganuza, litoral oeste de Villa Clara. Propuesta de Villa integrada al medio ambiente. Santa Clara: Feijoo; 2012.

[20] NC-127. Industria turística: Requisitos para la clasificación por categoría de los establecimientos de alojamiento turístico. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2001.

[21] NC-775-2. Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas-Parte 2: Requisitos de Tecnología Turística. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2012.

[22] NC-775-3. Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas-Parte 3: Requisitos de localización. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2012.

[23] NC-775-1. Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas-Parte 1: Requisitos básicos. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2012.

[24] NC-775-4. Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas-Parte 4: Arquitectura. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2012.

[25] NC-775-13. Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas-Parte 13: Requisitos de hidráulica y sanitaria. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2012.

[26] NC-775-10. Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas-Parte 10: Requisitos de electroenergética. La Habana: Oficina Nacional de Normalización; 2012.

### ETAPA 3.

Propuesta del programa arquitectónico; elaboración de principios rectores de diseño; propuestas de diseño del plan general y de los principales subsistemas de la villa turística. A partir de los resultados de las etapas anteriores, se estudiaron variantes de diseño, seleccionándose las que mejor se adaptaban al emplazamiento, y a las ideas de partida para el lugar escogido. Para esta etapa se utilizaron métodos y técnicas propias del diseño, siguiendo un proceso de aproximaciones sucesivas.

ETAPA 4. Valoración de los resultados a partir de análisis económicos comparativos. Son muy diversos los beneficios que se reconocen sobre el cultivo del bambú en relación con la sostenibilidad y el medio ambiente [5] [8] [27]. También se sabe que como material constructivo tiene amplias prestaciones y grandes posibilidades de aplicación, las cuales han sido comprobadas en la práctica internacional. Sin embargo, tales evidencias no han sido suficientes para contrarrestar los prejuicios que persisten aún en el país en relación con el uso de este material en la construcción. Esto llevó al equipo de investigadores a la búsqueda de argumentos económicos que pudieran ser tomados en cuenta por los decisores. Para ello, se consultaron fuentes internacionales, de donde se extrajeron los costos de construcción para instalaciones ejecutadas con bambú, en países como Colombia y Ecuador<sup>6</sup>; complementándose con otros datos aportados por Morán [15] y Montealegre [28]. En el ámbito nacional no están normalizados los costos de construcción con bambú, ni tampoco los de comercialización de este material. En la consulta con especialistas se pudieron conocer los costos de una vivienda y una instalación agropecuaria de bambú desarrollada en Holguín<sup>7</sup>, lo que se tomó como referencia. La valoración económica consideró los siguientes aspectos:

- Para estimar el costo total aproximado de la villa, se utilizó el sistema elaborado conjuntamente por la Empresa de Proyectos EMPROY 9 y la Universidad Central de Las Villas (UCLV), que parte de los indicadores recomendados por las normas, adaptados a los costos reales extraídos de la experiencia constructiva en la provincia Villa Clara. Los resultados obtenidos por esta vía solo pudieron servir como referencia, puesto que corresponden a construcciones ejecutadas con técnicas tradicionales de materiales pétreos, de ahí que fuera necesario encontrar otras vías para la valoración económica.
- Se realizó un estudio comparativo entre la cabaña de bambú propuesta en este trabajo, con la misma cabaña suponiendo que fuera construida con materiales y técnicas tradicionales. Se tomó la cabaña como unidad de comparación, por ser el objeto de obra más sencillo, pero a su vez, el que representa el mayor volumen edificado dentro del conjunto.
- Para calcular los costos de ambas cabañas, se utilizó el PRECONS II/2005 [29], programa vigente en el país, el cual se ajusta a las características de las construcciones con técnicas tradicionales. Para el cálculo de la cabaña de bambú se realizaron ciertos ajustes de partida, ya que las estructuras de este material no aparecen dentro de las posibilidades del programa. En este caso, se asumieron los costos de mano de obra estipulados para las estructuras de madera, y se tomó el precio del bambú en el mercado informal (7 pesos por metro) según datos aportados por diversos artesanos.

[27] INBAR Red Internacional del Bambú y el Ratán. El bambú: un recurso estratégico para que los países reduzcan los efectos del cambio climático. Informe de síntesis de políticas. [Internet]. Pekín: INBAR Red Internacional del Bambú y el Ratán; 2014. ISBN 978-92-95098-54-1. [consultado: 12 enero 2019]. Disponible en: <https://bambuecuador.files.wordpress.com/2018/01/2014-el-bambucc81-un-recurso-estrategico-para-que-los-paices-reduzcan-los-efectos-del-cambio-climacc81tico.pdf>.

[28] Montealegre Araya JF. Manual de valores base unitarios por tipología constructiva. 2da ed. Costa Rica: ONT; 2015 [consultado: 1 septiembre 2018]. Disponible en: [www.hacienda.go.cr/docs/54481600c587-mubutc-2015v3.pdf](http://www.hacienda.go.cr/docs/54481600c587-mubutc-2015v3.pdf).

[29] PRECONS II. Sistema de Precios de la Construcción. La Habana: OBRAS, Centro de Información de la Construcción; 2005.

<sup>6</sup> Los precios de construcciones de bambú en Colombia y Ecuador se obtuvieron en el sitio <http://www.mercadolibre.com>

<sup>7</sup> Según el proyecto Bambú Biomasa para la provincia Holguín (Experiencias de la Palma y Sagua de Tánamo) el precio de construcción de una vivienda con elementos de bambú, es de 14340.00 CUP según lo certificado por las cooperativas y Empresas Constructoras al presupuesto de inversiones de las UMIV, y para las instalaciones agropecuarias (cebaderos de toro, micro vaquerías, naves para ovejos, cochiqueras etc.) el precio promedio que reportan las cooperativas por la construcción, equivale a 2512.00 CUP.

## Resultados

### Selección y diagnóstico del sitio

Dentro de los diferentes lugares valorados en la región occidental del país, se consideró que la zona conocida como “Salto y Ganuza”, ubicada al norte del municipio Corralillo, provincia Villa Clara, ofrecía la mejor opción para el emplazamiento de la villa, por ser la que más ampliamente satisfacía las exigencias de partida y también por el interés mostrado por las autoridades locales del turismo. En las inmediaciones del terreno escogido se encuentran dos instalaciones de campismo popular, con ofertas recreativas y gastronómicas en funcionamiento. Un argumento determinante en la selección del sitio estuvo relacionado con los planes futuros previstos para el lugar [30,31] en los cuales se hace referencia a la necesidad de fomentar y potenciar la actividad turística en la zona del litoral, recuperando y mejorando las playas, aprovechando las propiedades minero medicinal de sus aguas y fangos.

El terreno seleccionado para la villa se encuentra entre las bases de campismo Salto y Ganuza. (Figura 2). La parcela tiene forma rectangular, y por su extensión requiere de una intervención preliminar para completar las vías y la lotificación.

Como se aprecia en la figura, el territorio seleccionado limita hacia el noreste con una laguna que colinda con el litoral costero, conformado por playas semi-naturales y costa. Las bases de campismo mencionadas tienen capacidades aproximadas de 100 cabañas cada una, y sus servicios están asociados a sus respectivos segmentos de playa. Existen además otras instalaciones con frente a la playa que brindan servicios deportivos, recreativos, comerciales y de restauración, los cuales pueden servir como opciones adicionales a los servicios de la villa turística que se planea.

En la zona de estudio el relieve está compuesto por una franja de lomas continuas que arrancan desde las cercanías del poblado Corralillo y se extienden hacia el este, llegando a presentar su mayor altura en la zona de Rancho Veloz. Esta cadena de montículos, llamada altura de Sierra Morena, al correr casi paralela a las costas, va formando llanos, donde se localiza la parcela seleccionada. (Figura 3)



Según los estudios realizados, la zona escogida presenta características climáticas, sanitarias, de accesibilidad y de disponibilidad de infraestructura técnica adecuadas, lo cual se detalla en el informe de investigación. Según se pudo comprobar, a 45 km de la parcela escogida se encuentra una pequeña plantación de bambú, de la especie *Bambusa vulgaris ex Wendland*. Esto abre la posibilidad de su explotación con vistas a la construcción de la villa, debido a la cantidad de bambú maduro que existe en la zona y al tamaño de la plantación. Se supone que en el futuro este sembradío podría servir también como fuente de extracción del material para el mantenimiento constructivo de la villa.

### Planeamiento y diseño de la villa turística en Salto y Ganuza

El estudio arrojó que la modalidad de villas turísticas vinculadas a la naturaleza de pequeña capacidad con el uso del bambú como material constructivo, tiene potencialidades de ser extendida en el país, dadas las referencias a instalaciones similares encontradas en la literatura

[30] Plan de Desarrollo Integral del municipio Corralillo. Corralillo: Dirección Municipal de Planificación Física de Corralillo; 2015.

[31] Plan especial de las playas Salto, Ganuza, Sierra Morena. Santa Clara: Dirección Municipal de Planificación Física; 2016.



Figura 2. Plano de la parcela, Salto y Ganuza Fuente: Instituto de Planificación Física IPF, reelaborado por los autores.

Figura 3. Vista general del terreno escogido para el proyecto. Fuente: Autores

internacional. A pesar de que en el ámbito nacional no se encontraron ejemplos idénticos al que se propone, se aprecia la existencia de conjuntos tales como las bases de campismo que constituyen precedentes a tener en cuenta, por su amplia aceptación por parte determinados sectores del mercado interno y extranjero. No obstante, la propuesta específica que se busca en este trabajo, que plantea el uso de un material hasta ahora ausente en la práctica nacional, requeriría de cambios de enfoques, y posteriores estudios de mercado para poderse dar como válida. Debe aclararse que esta propuesta se diferencia del ecoturismo o del turismo de naturaleza, atendiendo a los conceptos adoptados en Cuba, en que tales clasificaciones se asocian a las áreas protegidas. [32]

A pesar de que en las villas turísticas analizadas en el repertorio se observan capacidades que oscilan entre 5 y 80 habitaciones, el estudio de los indicadores técnico- económicos obtenidos de fuentes nacionales [21] apunta hacia una capacidad mínima de 100 habitaciones, para garantizar la recuperación de la inversión en un plazo de tres años<sup>8</sup>, para instalaciones construidas con técnicas convencionales. Esta capacidad coincide con las utilizadas en las bases de campismo popular, por lo que se asumió como dato de partida para el planeamiento de la villa.

Programa arquitectónico. El programa arquitectónico para la villa en Salto y Ganuza se elaboró a partir de las recomendaciones que aportan las normas cubanas, asumiendo la categoría de tres estrellas y una capacidad de 100 habitaciones. En la conformación del programa se tuvieron en cuenta también las condiciones particulares del sitio, especialmente las instalaciones de servicio que existen en las cercanías, las cuales pueden complementar las de la villa. (Tabla 1)

Tabla 1. Resumen de áreas de la villa turística. Fuente: autores, 2018.

Categoría	Subsistemas	Áreas totales (m <sup>2</sup> )	%
Huéspedes	Alojamiento/ huéspedes	2930	64,46
Público	Gastronómico/ público	655	14,41
	Público- comercial		
	Recreacional/ interior	164	3,60
Servicios	Alojamiento/ servicios		
	Público- comercial/ servicios	669	14,32
	Gastronómico/ servicios		
	Técnico- mantenimiento		
Administrativo	Administrativo	127	2,80
Área total construida		4545	100
Área total del lote		60167	

Propuesta de diseño del general de la villa turística en Salto y Ganuza. El concepto parte de las características intrínsecas del bambú como material que contribuye con la preservación de la naturaleza, e incide en la sostenibilidad del medio ambiente construido. Esto se aprovechó para proponer una oferta de turismo amigable con la naturaleza, que no solo se valiera de este noble material para su construcción, sino que además aprovechara los recursos ambientales para su funcionamiento bioclimático. La propuesta fomenta el disfrute del paisaje mediante recorridos a pie o en ciclos, lo cual es coherente con la categoría del establecimiento hotelero que se propone. La forma se inspira en el propio material constructivo, el bambú; de sus ilimitadas posibilidades expresivas, y de sus características particulares de uso en la construcción. El triángulo, elemento básico de la

[32] Peláez Rodríguez T. El desarrollo del ecoturismo en la reserva ecológica Siboney-Juticí del destino Santiago de Cuba. TURyDES Revista de Investigación en Turismo y Desarrollo Local. 2012;5(12).

<sup>8</sup> Dato aportado por la especialista MSc. Arq. Amy Hevia, Inmobiliaria del Turismo.

estructura, se toma como motivo para la conformación planimétrica y espacial del conjunto, planteando una red sinuosa de caminos en la que se articulan los edificios, lo que aporta interés y variedad a los recorridos. La instalación se caracteriza por tener un centro bien definido, conformado por las áreas públicas y de servicio, del cual parten los senderos que conducen a las cabañas. Las vías permiten el acceso del público, así como el traslado de materiales y productos hacia y desde los edificios de servicio, mientras que los caminos internos, convenientemente levantados del nivel del terreno, están concebidos para andar a pie o en ciclos, con medidas específicas para la eliminación de barreras. El conjunto dispone de un área de estacionamiento para vehículos de diferente capacidad, localizado en la entrada principal. (Figura 4)

El edificio socio administrativo se presenta como el primero y más alto del conjunto, y tiene la función principal de recibir a los visitantes. Contiene las áreas administrativa y de servicio, que se ubican a ambos lados del lobby, el cual sirve como espacio de conexión entre el exterior y el interior del conjunto. Debido a los requerimientos funcionales, este edificio se levanta sobre un piso de hormigón armado, y sus principales locales están constituidos con muros de bloques de mortero. No obstante, las áreas de intercambio social que rodean a este núcleo rígido son abiertas, y comparten con aquellas un gran techo de estructura de bambú con cubierta de guano. (Figuras 5, 6, 7 y 8).

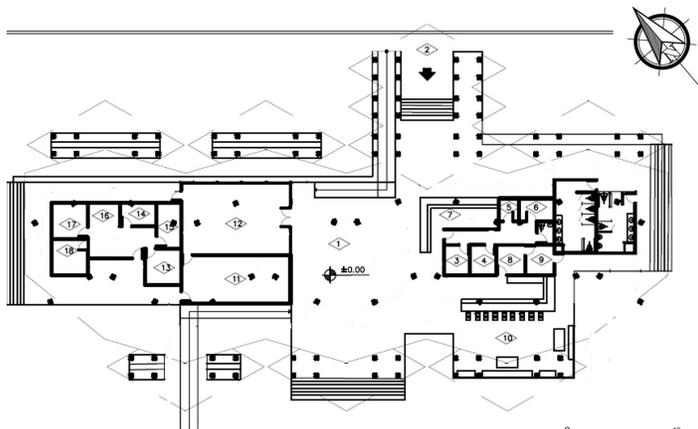


Figura 5. Esquema en planta del edificio socio administrativo. Fuente: autores, 2018.

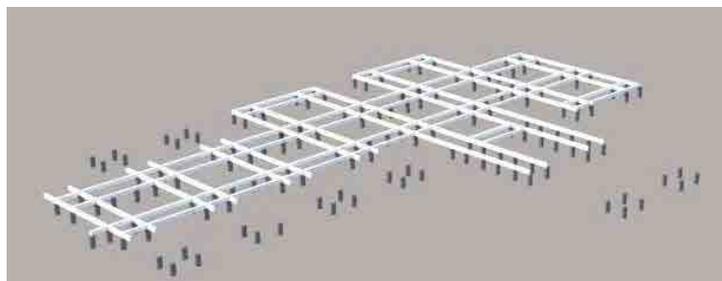


Figura 7. Detalle de cimentación y entramado de vigas del edificio socio administrativo. Fuente: autores, 2018.

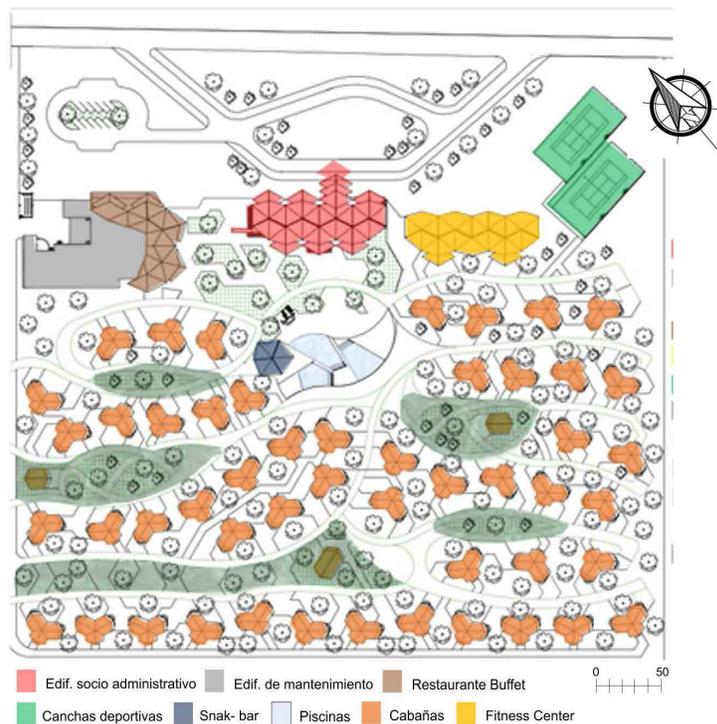


Figura 4. Plan general de la villa turística en Salto y Ganuza. Fuente: autores, 2018.



Figura 6. Acceso principal a la villa. Fuente: autores, 2018.

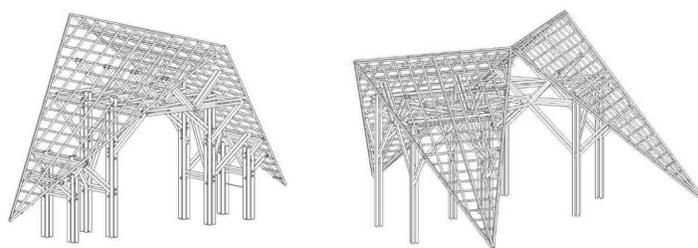


Figura 8. Izquierda: Detalle de la estructura del pórtico exterior del edificio socio administrativo. Derecha: Detalle de la estructura del pórtico interior del edificio socio administrativo. Fuente: autores, 2018.

La piscina, compuesta de tres áreas delimitadas por pasarelas, constituye el centro de atracción recreativo de la villa, y se localiza en las áreas contiguas al edificio principal, con relaciones visuales y de circulación directas. Contiene el snack-bar, que dispone de un núcleo rígido de mampostería para los locales de almacén, preparación y otras dependencias. El resto de sus espacios son abiertos, con una cubierta similar al del edificio socio administrativo. (Figura 9)

Las cabañas tienen un esquema en forma de "Y", con un núcleo rígido común para dos habitaciones, concebido no solo para colaborar con la estructura y contener las funciones donde se concentran las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, sino también para servir como refugio en caso de la incidencia de algún evento meteorológico de gran envergadura. En la parte superior del mismo, se reserva un espacio para el almacenamiento muebles y objetos de valor, aprovechando el doble puntal generado por la inclinación de la cubierta. (Figuras 10 y 11). El resto de los espacios de la cabaña utiliza el bambú como principal material constructivo, aunque se prevén ciertas medidas para garantizar la fortaleza, estabilidad y durabilidad, tales como: uso de hormigón armado en los cimientos y pilotes; reforzamiento con mortero y acero de las barras de bambú en pisos, columnas y vigas principales, y la independización de la estructura del portal del resto de la cabaña para evitar los efectos negativos del viento.

Las cabañas se distribuyen dentro del conjunto siguiendo una red que beneficia la orientación de los espacios principales, las vistas, y el aprovechamiento de los jardines (Figura 12). Poseen una distribución estándar de: portal, dormitorio, closet vestidor y baño. Con vistas a satisfacer las diferentes necesidades, se conciben cuatro propuestas habitacionales, las cuales se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Propuestas habitacionales de la villa turística.  
Fuente: autores, 2018.

Tipo de habitación	Cantidad	Área útil (m <sup>2</sup> )
Habitación estándar	38	29
Habitación doble	4	58
Habitación para discapacitados	4	31,2
Habitación junior suite	4	39,6

Figura 11. Áreas exteriores de las cabañas donde se aprecia el núcleo de servicio. Fuente: autores, 2018.

Figura 12. Áreas exteriores de las cabañas. Fuente: autores, 2018.



Figura 9. Vista general del área de snack bar y piscina. Al fondo el edificio socio administrativo. Fuente: autores, 2018.

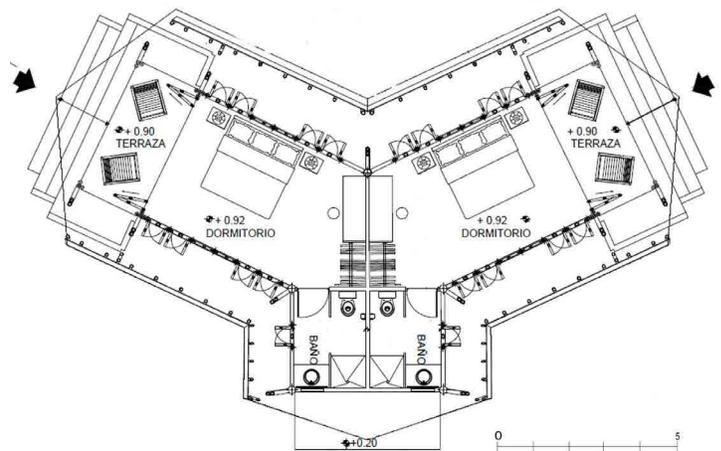


Figura 10. Esquema en planta de un módulo de dos cabañas. Fuente: autores, 2018.



Las cabañas están concebidas para el aprovechamiento pasivo de los recursos naturales para la ventilación y la iluminación, previéndose el uso de ventiladores de techo como complemento. Aunque no se realizaron cálculos específicos en relación con el ambiente interior, se estima que las propiedades aislantes del bambú, el uso de altos puntales, y la protección solar que brinda el techo, son factores que pueden influir positivamente sobre el bienestar térmico en los interiores. (Figura 13)

La solución también contempla un edificio recreativo, que alberga dos funciones principales: el fitness center, y la discoteca. Este edificio, por disponer de áreas de grandes dimensiones tiene un sistema estructural similar al del edificio socio administrativo. (Figuras 14 y 15)

### Soluciones técnicas y constructivas propuestas

Variedad de bambú. En este proyecto se utiliza la especie *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland por su disponibilidad en el país, su adaptación a las condiciones de la isla, sus características físico mecánicas, y por la experiencia de uso [33,34]. No obstante, se sugiere utilizar en los elementos de mayor tamaño, la especie *Guadua angustifolia*, más resistente desde el punto de vista estructural, pues se conoce de estudios de adaptación a las condiciones climáticas de Cuba [7] en plantaciones experimentales en estaciones forestales y jardines botánicos de las regiones central y oriental de Cuba, con posibilidades para su cultivo y proliferación.

Tipo de edificación. Debido a las vulnerabilidades que presentan estas construcciones ante el viento, el fuego y la humedad, se propone un sistema de construcción mixto. Esto significa que aunque predomine el uso del bambú, se prevean medidas tales como: construcción de cimientos y entramados de vigas y pisos de los edificios de mayor porte de hormigón armado; reforzamiento de algunas estructuras con mortero, y núcleos rígidos que colaboren con la estabilidad de las estructuras de bambú y sirvan de refugio en caso de desastres naturales de gran envergadura.

Método para la protección del bambú. En la literatura especializada se hace referencia a diversos métodos para la protección de las varas de bambú, [14-16] Por su mayor difusión y uso en el país en este caso se propone sumergir las varas en un tanque con una solución de agua, ácido bórico y bórax, a razón de 2,5 kg de cada químico por cada 100 litros de agua. Previamente deben perforarse los tabiques de las cañas con una barra de acero de 1/2" para que la solución penetre al interior de las mismas.

Recomendaciones generales de diseño para la villa turística de bambú. El diseño del conjunto tiene en cuenta una serie de principios que han sido comprobados en la

[33] Rojas Rojas MP, Takeuchi C. El bambú, sus laminados y tableros en el mueble. En: Libro de Ponencias: 1ra Convención Internacional Cuba Industria. La Habana: Ministerio de Industrias; 2014.

[34] Rodríguez Vaillant Y. Caracterización de la resistencia a compresión y las propiedades físicas de *Bambusa Vulgaris* ex Wendland en una plantación perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Silvícola Bartolomé Masó [Diploma]. Bayamo: Universidad de Granma; 2014.



Figura 13. Interior de la cabaña. Fuente: autores, 2018.

Figura 14. Vista general del edificio recreativo. Fuente: autores, 2018.

Figura 15. Interiores del edificio recreativo. Fuente: autores, 2018.

práctica internacional, entre ellas, la protección de las cañas de la incidencia directa del sol y de la lluvia mediante la concepción de grandes aleros. Con esta medida se evita tanto que se agrieten y se vuelvan vulnerables al ataque de insectos, como que acumulen excesiva humedad, en cuyo caso se pueden producir pudriciones, con la aparición de hongos.

Otra medida consiste en evitar la utilización del bambú en la construcción o el revestimiento de espacios húmedos, como los baños, o donde se corra el riesgo de incendios, como las cocinas o los cuartos técnicos.

En cuanto a las estructuras, el proyecto prevé el aseguramiento de las mismas con uniones pernadas, así como su postensado mediante el uso de materiales sintéticos, o tiras de cuero, aunque estas últimas solo se usan en zonas visibles, debido a su mayor costo.

Atendiendo a la literatura consultada [13] [34], y las mejores prácticas en el ámbito nacional, en este proyecto se tuvieron en cuenta las siguientes especificaciones de diseño:

Para funciones estructurales: se recomienda el uso de la *Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland* en cañas de 8 a 15 metros de longitud, con 10 cm de diámetro y espesores entre 15 y 20 mm. En caso de disponerse en el momento de la construcción de la variedad *Guadua angustifolia*, esta podría reservarse para los elementos sometidos a sollicitaciones mayores.

Para funciones no estructurales: se propone el uso de la especie *Bambusa vulgaris Schrader ex Wendland* en los componentes de hasta 6 metros de longitud con diámetros de 6 a 8 cm y espesores según su uso.

Las soluciones propuestas evitan la ubicación de las cañas en lugares húmedos o con riesgo de inundación, previéndose el uso de pilotes de hormigón armado para separar las cañas del nivel de suelo, con vistas a evitar la pudrición de las mismas.

En cuanto a los acabados, se propone el uso de ceras y barnices, con el objetivo de garantizar la integridad funcional y estética de las mismas. Finalmente, el proyecto especifica garantizar el mantenimiento regular de las instalaciones, en períodos no mayores de dos años.

Técnicas o métodos para la prevención de desastres. Aparte de las indicaciones descritas anteriormente, se tuvieron en cuenta otras recomendaciones generales aportadas por especialistas en temas de gestión de riesgo<sup>9</sup>, tales como: asegurar los vértices de los edificios y las cubiertas, que son los puntos más vulnerables ante la incidencia de los vientos; utilización de estructuras porticadas y cerchas, para que los elementos trabajen mayoritariamente a tracción y compresión, lo que asegura además una mayor rigidez estructural; asegurar con tensores las estructuras cuando se requiera, y en caso de la incidencia de eventos meteorológicos planificados, se pueden tomar medidas adicionales para el tensado de las estructuras.

Método constructivo para las estructuras de bambú. Para una mayor agilidad del proceso constructivo se propone usar un método mixto que incluye: prefabricar en talleres la mayor cantidad de elementos estructurales y de cierre que sea posible, con vistas a su posterior colocación en el lugar. Esta medida se aplica también a la elaboración de las puertas y ventanas. Las técnicas artesanales se utilizarán fundamentalmente en el proceso de montaje y ensamblaje, en la ejecución de las uniones y empalmes, y para los acabados, que requieren de cortes precisos, con la ayuda de herramientas manuales.

---

<sup>9</sup> Entre los especialistas consultados en temas estructurales y de vulnerabilidad y riesgos de desastres se encuentran: Dr. Arq. Obdulio Coca, y MSc. Ing. Guillermo Reyes, Facultad de Arquitectura, Universidad Tecnológica de La Habana, Cujae.

### Valoración económica general

A manera de referencia, se calculó el costo total de la villa turística, a partir de los indicadores técnico- económicos utilizados por la Empresa de Proyectos EMPROY 9 y la Universidad Central de Las Villas, que se refiere a construcciones que utilizan materiales y tecnologías tradicionales. Según aparece en la tabla 3, el costo total sería aproximadamente de 10,5 millones de pesos convertibles (CUC) (Tabla 3).

Comparación entre el costo de una cabaña de bambú y una de materiales tradicionales. El presupuesto de la cabaña de bambú para la habitación estándar se calculó de acuerdo con los indicadores establecidos en el PRECONS II/2005. Se asumieron en el cálculo los valores de mano de obra de estructuras de madera, y un precio del bambú de 7 pesos por metro. Por tratarse de una técnica mixta, se incluyeron también los elementos construidos con materiales pétreos, localizados fundamentalmente en el núcleo rígido, así como el refuerzo de las cañas de bambú con mortero y acero en algunas partes de las estructuras. Se estima que el valor aproximado de la cabaña de bambú es de 20 706 CUC, lo que arrojó un costo de 357 CUC por metro cuadrado.

El presupuesto de una cabaña igual a la anterior, pero suponiendo que fuera construida con materiales y técnicas tradicionales según PRECONS II/2005, arrojó que el valor aproximado de la cabaña de materiales tradicionales es de 34 009,28 CUC, de lo cual se deriva un costo de 586,37 CUC por metro cuadrado.

La comparación entre ambas soluciones indica que el costo de la cabaña de bambú representa el 61% del costo de la cabaña de materiales tradicionales, con las ventajas económicas que esto representa para el conjunto. (Tabla 4)

Tabla 3. Resumen de costos por renglón variante. Fuente: autores.

Etapas	Costo en moneda total CUC	%
Construcción y montaje	6 305 699,84	60
Equipos	2 312 089,94	22
Otros	1 891 709,94	18
Total	10 509 499,73	100

Tabla 4. Comparación entre los costos totales estimados de la cabaña de bambú y la construida con materiales tradicionales. Fuente: autores, 2018.

Sub-totales	Cabaña de bambú	Cabaña de materiales tradicionales
	Costos en CUC	Costos en CUC
Subtotal de materiales	8897.26	19143.16
Subtotal de mano de obra	11809.30	14866.12
Totales	20706.56	34009.28
Costo por m <sup>2</sup>	357.00	586.37

## Discusión de resultados

Se parte de reconocer que los resultados que se obtienen a partir de estos procedimientos de comparación económica son imprecisos en términos absolutos, No obstante, se estima que pueden servir como referencia para demostrar las ventajas económicas del uso del bambú en las cabañas de la villa turística, y acercarse bastante a la realidad en términos relativos. Aunque no se aplicó este procedimiento para calcular el costo del resto de los objetos de obra de la villa, por su variedad y complejidad, no obstante se estima que los valores obtenidos mediante la comparación entre la cabaña de bambú y la cabaña con técnicas tradicionales dan la posibilidad de inferir posibles ventajas económicas a nivel del conjunto, dado que el subsistema de alojamiento representa el 65% del área construida. A pesar de estas incertidumbres, los datos obtenidos están dentro del rango de 20 a 50% de ahorro que reportan algunas fuentes consultadas [13] [35].

La comparación entre las cabañas permitió comprobar que la construida con bambú resulta más económica respecto a la construida con técnicas tradicionales, debido fundamentalmente al bajo costo del material en comparación con los materiales pétreos. No obstante, en ese caso los costos de mano de obra podrían ser en un inicio más elevados, y probablemente se requiera de mantenimiento constructivo más frecuente a lo largo del ciclo de vida.

Aparte de las ventajas económicas presentadas, deben tenerse en cuenta otras no menos importantes que han sido demostradas a lo largo del tiempo, en países de América, Asia y Oceanía, entre otros. En primer lugar, el bambú es un material ecológico que contribuye a la sostenibilidad del medio construido, por su alta velocidad de renovación en la naturaleza. A pesar de no ser un árbol, sus tallos son maderables y está clasificado como una madera de semidura a dura. Mientras un árbol de madera noble tarda de 30 a 60 años en crecer, el bambú se cosecha a partir de los cuatro años sin necesidad de volver a sembrar [9] [13] [34,35]. Estos argumentos bastarían para considerar seriamente en la posibilidad de retomar el uso del bambú en la construcción, a lo cual habría que agregar que en el país existen potencialidades para la extensión de este cultivo con vistas a la conservación de los suelos y la mitigación de desastres [8].

En el proyecto que se presenta se utiliza el bambú no solo en muros, enchapes y elementos decorativos, sino como el material estructural predominante. Esto se debe a sus propiedades físico mecánicas similares a las de la madera, y su ligereza, lo que ha llevado a que sea considerado como el "acero vegetal", destacándose también por su buen comportamiento sísmico resistente [36,37]. Por otra parte, debido a las cámaras de aire que se forman en el interior de las cañas de bambú, este material tiene buen comportamiento como aislante térmico y acústico, lo que se ha aprovechado en este proyecto para disminuir los costos de explotación por concepto de ahorro de energía. Adicionalmente, en su estado natural es una planta que beneficia la calidad del aire en los espacios arquitectónicos. Tales consideraciones fueron tenidas en cuenta en la propuesta de diseño.

El bambú tiene otras muchas aplicaciones en la construcción como en tuberías, en el tratamiento de aguas, como refuerzo estructural, y como sustituto de la madera en algunos procesos constructivos, entre otras muchas no consideradas en este proyecto. Su vida útil se estima entre 15 a 30 años. [14]

[35] Torres Franco EY. Bambú, una cultura y una evolución. Cuatro conceptos-tres arquitecturas [Diploma]. Madrid: Escuela Tecnológica Superior de Arquitectura de Madrid; 2017.

[36] Castillo A. El bambú en construcción un material inmejorable. EcoHabitar. [En línea] diciembre 2011. [Citado el: 15 de septiembre de 2018] Disponible en: <http://www.ecohabitar.org/el-bambu-en-construccion/>.

[37] Luna P, Lozano J, Takeuchi C. Determinación experimental de valores característicos de resistencia para Guadua angustifolia. Maderas. Ciencia y tecnología 16(1):77-92, 2014. Universidad del Bío- Bío. [En línea] [Citado el: 15 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/maderas/v16n1/aop0714.pdf>

A pesar de sus múltiples ventajas, el uso del bambú en la construcción requiere de medidas especiales para alargar la vida útil de las edificaciones. Particularmente en Cuba resulta desventajosa la escasa experiencia en la construcción, lo que requeriría del entrenamiento del personal encargado de realizar los trabajos con vistas a garantizar la calidad y agilizar el proceso constructivo. Se precisa también el desarrollo de investigaciones sobre las características físico- mecánicas de las especies del país, y el cálculo de estructuras con este material.

Por otra parte, el bambú, al igual que la madera, requiere de un tratamiento previo para aumentar su vida útil, ya que puede ser atacado por plagas, y ser afectado por otros factores ambientales como la humedad y el sol. Esto hace que el mantenimiento de las obras construidas con bambú se deba realizar con mayor frecuencia que con los otros materiales constructivos convencionales. Por último, debe mencionarse que al ser un material natural y orgánico no pueden establecerse medidas estandarizadas, lo cual puede dificultar los trabajos en obra en relación con la uniformidad de dimensiones y espesores de los elementos constructivos, con el correspondiente encarecimiento del proceso.

## Conclusiones

La propuesta de villa turística que utiliza el bambú como material constructivo, estrechamente vinculada al disfrute de la naturaleza que se presenta en este artículo podría resultar atractiva para ciertos segmentos del mercado, lo que potencialmente contribuiría con la diversificación de las ofertas actuales. Esta solución podría también reportar ventajas en cuanto a la renovación de los paradigmas de la arquitectura hotelera en el país, gracias a las ilimitadas posibilidades que brinda este material para obtener formas muy diversas, apropiadas a los entornos naturales.

El estudio del uso del bambú como material constructivo permite adelantar posibles ventajas en el caso de instalaciones hoteleras, entre las cuales se encuentran:

Desde el punto de vista económico, se estima que el costo de una cabaña de bambú podría reportar un ahorro aproximado del 40% respecto a una cabaña similar construida con materiales tradicionales, lo que está dentro del rango que define la literatura consultada. Otra ventaja económica está asociada a la posibilidad que brindan las construcciones con bambú para el aprovechamiento pasivo de los recursos naturales en el acondicionamiento interior de los espacios, con el consiguiente beneficio que esto representa en la explotación de las obras por concepto de ahorro energético.

Las limitaciones y vulnerabilidades que se señalan para las construcciones con bambú pueden ser resueltas con medidas de diseño y de mantenimiento, aunque la experiencia internacional demuestra que este material, bien utilizado, se comporta muy bien ante cargas sísmicas, que son las que requieren de mayores exigencias desde el punto de vista estructural. La principal limitación para el uso del bambú en la construcción que se aprecia por el momento en el ámbito nacional, es la escasez de mano de obra calificada, lo que podría encarecer el proceso constructivo en las etapas iniciales.

La disponibilidad de la especie *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland en el país, y la necesidad de reforestación de grandes extensiones de terreno, sumado a las perspectivas de desarrollo turístico, refrendadas en las política económica del país, cuentan como oportunidades para la implementación de los resultados presentados.

Se concluye de manera preliminar, la conveniencia del uso del bambú en la construcción como una alternativa al uso de la madera en villas turísticas de pequeña capacidad vinculadas a entornos naturales, lo que contribuiría a la diversificación de las ofertas actuales, aunque se requerirá de estudios posteriores que corroboren las consideraciones aportadas, especialmente las de tipo económico, constructivo y estructural.

### Agradecimientos

Los autores desean reconocer la valiosa contribución de diferentes entidades y especialistas sin los cuales no habría sido posible el desarrollo de este trabajo, entre los cuales se encuentran: la Dra. Styliane Philippou, quien participó en los debates y las revisiones sistemáticas del trabajo; el Ing. Carlos Martínez y la Lic. Gisela Vilaboy del Bambú Centro, quienes no solo aportaron sus conocimientos, sino que también financiaron la realización del prototipo de una cabaña en las etapas iniciales del trabajo; al MSc. Guillermo Reyes y el Dr. Obdulio Coca, especialistas estructurales y de gestión de riesgos, quienes hicieron recomendaciones de mucho valor para las soluciones de diseño; a los especialistas de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, quienes realizan investigaciones y proyectos sobre el uso del bambú, y apoyaron a los estudiantes en diferentes etapas del trabajo. También se reconoce la inestimable colaboración de los miembros del Grupo de Investigación de Diseño de la Facultad de Arquitectura de la Cujae, tanto los estudiantes, como los profesores Dra. Karen Sanabria, y los arquitectos Alexis J. Rouco y Boubacar Diallo.



*Mabel R. Matamoros Tuma*  
Arquitecta, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Titular. Facultad de Arquitectura, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae, Cuba.

*e-mail: mabel@arquitectura.cujae.edu.cu*



*Arnoldo E. Álvarez López.*  
Arquitecto, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular. Facultad de Construcciones, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

*e-mail: arnoldo@uclv.edu.cu*



*Mederico P. Rojas Rojas*  
Ingeniero en tecnología de elaboración de la madera, Máster en Ciencias. Investigador colaborador de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae, Cuba.

*e-mail: medericop@nauta.cu*



*Beatriz Pérez Ríos.*  
Arquitecta. Dirección de Proyectos y Ejecución de Obras. ETECSA, La Habana, Cuba.

*e-mail: beatriz.perez@etecsa.cu*



*Jorge P. Fonseca Salgado*  
Arquitecto. Unidad de Gestión y Dirección de la Construcción UGDC No.1, ARCOS. Varadero. Cuba

*e-mail: jpfonseca@nauta.cu*

