

INBAR Documento de trabajo



Informe Técnico

Modelos de Alianzas Público-Privadas para el Desarrollo en la Cadena de la Construcción con Bambú

Vanessa Pinto, Fabián Moreno, Pablo Jácome Estrella

2024



© Organización Internacional del Bambú y el Ratán 2024

Esta publicación tiene licencia para su uso bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-NC-SA 3.0). Para ver esta licencia visite: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Cómo Citar

Pinto V., Moreno F., Jácome P., (2024). Modelos de Alianzas Público-Privadas para el Desarrollo en la Cadena de la Construcción con Bambú. INBAR Documento de Trabajo, Informe Técnico. Beijing, China.

Acerca de la Organización del Bambú y el Ratán

La Organización Internacional del Bambú y el Ratán, INBAR, es una organización intergubernamental dedicada a la promoción del bambú y el ratán para el desarrollo sostenible. Para más información, por favor visite www.inbar.int.

Acerca de este documento de trabajo

Este trabajo es una publicación de INBAR producida como parte del Proyecto “*Apoyo a la reactivación económica-productiva de la provincia de Manabí a través del desarrollo sostenible con base en el bambú, incluyendo la construcción de alianzas público-privadas para el desarrollo (APPD)*”, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, AECID y en coordinación con varios actores nacionales y locales. Los contenidos de esta publicación en ningún caso reflejan las opiniones de la Cooperación Española

Este proyecto tiene como objetivo apoyar e impulsar la bioeconomía como motor de desarrollo sostenible, la recuperación verde y la reactivación económica post COVID.

Organización Internacional del Bambú y el Ratán

8 Futong Dong Da Jie, Wangjing, Chaoyang District, Beijing, China

Teléfono: +86 10 64706161; Fax: +86 10 6470 2166 Correo electrónico: info@inbar.int

© 2024 Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR)

Agradecimientos

Todo nuestro agradecimiento a las personas que compartieron con nosotros sus experiencias y a los productores y proveedores que con la excelencia de su trabajo continúan difundiendo los beneficios económicos, sociales y ambientales del bambú.

Asimismo, un agradecimiento a Francisco López por su apoyo en la elaboración de los elementos para contar con una guía de especificaciones técnicas para el uso del bambú en procesos de contratación pública de construcción.

Lista de Abreviaciones

AECID	Agencia Española de Cooperación al Desarrollo
APPD	Alianzas Público-Privadas para el Desarrollo
ETCSB	Escuela Taller de Construcción Sostenible con Bambú
FIDES	Fundación para el Desarrollo y la Investigación Social
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
INBAR	Organización Internacional del Bambú y el Ratán
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
MSB	Mesa Sectorial del Bambú
NEC-SE-Guadua	Norma Ecuatoriana de Construcción, Capítulo Estructuras de Guadúa
SBU	Salario Básico Unificado

Tabla de contenidos

Resumen ejecutivo	5
1. Introducción	6
2. Contexto de la construcción sostenible con bambú en el Ecuador y su cadena productiva	7
3. Alianzas público-privadas para el desarrollo en la construcción sostenible con bambú en Ecuador y su modelo de gestión	10
3.1 El caso de la construcción de vivienda de bambú en el cantón Olmedo, Manabí	10
3.2 El caso de la construcción de vivienda social con cubierta de bambú	17
3.3 El caso de la construcción de un punto de comercialización en Portoviejo	24
3.4 El modelo de gestión de Alianzas Público – Privadas para el Desarrollo en la construcción con bambú	28
4. Lecciones aprendidas.....	32
5. Recomendaciones para la sostenibilidad, la escalabilidad y la réplica	34
Anexos.....	35

Lista de Figuras

Figura 1. Fotografía vivienda prototipo terminada	10
Figura 2. Plano de la tipología de vivienda bioclimática de bambú	11
Figura 3. Fotografía de armado de paneles y pórticos	13
Figura 4. Fotografía de descarga de cerchas y pórticos prefabricados	14
Figura 5. Fotografía del interior de la vivienda.....	15
Figura 6. Modelo de gestión aplicado para la construcción de las viviendas de bambú en Olmedo	16
Figura 7. Fotografía tipología de vivienda terminada.....	17
Figura 8. Fotografía de kits de cubierta	19
Figura 9. Fotografía de prefabricación de kits	20
Figura 10. Fotografía del interior de las viviendas	21
Figura 11. Modelo de gestión aplicado para la construcción de las viviendas con estructura de cubierta de bambú	23
Figura 12. Fotografía del exterior del punto de comercialización en Portoviejo	24
Figura 13. Diseño del punto de comercialización de Portoviejo (Fachada Este).....	25
Figura 14. Fotografía interior del punto de comercialización en Portoviejo	26
Figura 15. Fotografía de la construcción	26
Figura 16. Modelo de gestión aplicado para la construcción de un punto de comercialización de bambú en Portoviejo	27
Figura 17. Modelo de gestión de alianzas público-privadas para el desarrollo en la construcción sostenible con bambú	29

Resumen ejecutivo

El presente documento recoge tres experiencias de Alianzas Público-Privadas para el Desarrollo implementadas en Ecuador para la construcción de vivienda y equipamientos de bambú. Estas experiencias evidencian un alto nivel de coordinación entre diferentes actores del sector, fruto de un proceso de fortalecimiento de capacidades y articulación promovido por la Organización Internacional del Bambú y el Ratán. El análisis de las experiencias muestra el rápido desarrollo del sector bambú en el Ecuador, ocurrido en los últimos años, y permite reflexionar sobre los principales limitantes y aciertos del proceso, a nivel público y privado. En términos generales, se denota la necesidad de continuar con procesos de capacitación técnica dirigida a profesionales, principalmente, del sector público, debido a la relevancia de la inversión pública en la cadena productiva del bambú y el rol que juega el funcionariado en los procesos de contratación. En cuanto a aspectos positivos, se resalta la importancia de los espacios de articulación que se han generado entre los diversos actores del sector del bambú y el impacto generado por los procesos de capacitación dirigido a productores, centros de preservado y mano de obra. Finalmente, como anexo del documento, se incluyen algunos lineamientos que se sugiere tomar en cuenta para el desarrollo de procesos de contratación pública de equipamientos o vivienda de bambú.

1. Introducción

El proyecto “Apoyo a la reactivación económica-productiva de la provincia de Manabí a través del desarrollo sostenible con base en el bambú, incluyendo la construcción de alianzas público-privadas para el desarrollo (APPD)”, ejecutado por la Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR) y financiado por la Agencia Española de Cooperación al Desarrollo (AECID), tiene como fin apoyar e impulsar la bioeconomía como motor de desarrollo sostenible, la recuperación verde y la reactivación económica post COVID-19. En este marco, el proyecto se ha orientado al logro de dos resultados:

R.1: Fortalecer dos asociaciones de productores de bambú de Manabí para mejorar su capacidad de oferta constante de materia prima de calidad para abastecer potenciales mercados internacionales de industria transformadora, en condiciones de comercio justo.

R.2: Apoyar la construcción de viviendas sociales en el sector rural y urbano, infraestructura turística y productiva y otros proyectos constructivos en el cantón Portoviejo, con la vinculación de estudiantes de la Escuela Taller de Manabí a los procesos de construcción de los gobiernos locales para complementar el proceso de formación y generar inclusión económica.

Para esto, una de las actividades principales del proyecto ha sido diseñar e implementar un modelo de gestión Empresa Privada – Organizaciones de Productores - Instituciones Públicas (Alianzas Público-Privadas para el Desarrollo) con criterios de sostenibilidad, equidad y trabajo organizado para la comercialización de productos primarios de bambú que incorpore la producción, abastecimiento, procesamiento y distribución final hacia mercados nacionales e internacionales. El presente documento recoge el modelo de gestión de APPD diseñado e implementado en tres experiencias desarrolladas en el marco del proyecto, así como las principales lecciones aprendidas y recomendaciones para su sostenibilidad, réplica y escalabilidad. La sistematización de este proceso se basó en la revisión de la documentación generada en cada caso y los testimonios de los participantes.

2. Contexto de la construcción sostenible con bambú en el Ecuador y su cadena productiva

El bambú en el Ecuador ha sido utilizado milenariamente para la construcción, dado que este país cuenta con dos especies que presentan características muy favorables para esta actividad, como son el *Dendrocalamus asper* (bambú gigante) y la *Guadua angustifolia kunth* (caña guadua). Para 2018, Ecuador contaba con 47 especies de bambú y 600.000 hectáreas de manchas naturales y plantaciones, de acuerdo con la Estrategia Nacional del Bambú 2018-2022¹. Además, a partir del terremoto de abril de 2016, el sector se encontraba en un proceso de fortalecimiento debido a que este evento permitió evidenciar las características sismorresistentes de este material. Este proceso de revalorización y difusión del potencial de este recurso para la construcción junto con los beneficios ambientales, sociales y económicos generados por su aprovechamiento sostenible, promovieron la expedición de la Norma Ecuatoriana de Construcción, Capítulo Estructuras de Guadúa (NEC-SE-Guadua) en 2017. La existencia de una normativa técnica, a su vez, brindó un impulso mayor a la construcción con bambú en Ecuador.

En el contexto de la reconstrucción post terremoto en Manabí, INBAR ejecutó el proyecto “Apoyo a la construcción sostenible a través de la escuela taller de Manabí y el fortalecimiento de la cadena productiva de construcción con bambú”, financiado por la AECID. El impacto de este proyecto en el sector del bambú ha sido significativo, dado que abordó de manera integral las principales limitaciones existentes como la escasez de profesionales y mano de obra especializados en bambú, la reducida disponibilidad de materia prima de calidad, la ausencia de incentivos y la limitada difusión de los beneficios de este recurso. Frente a estas problemáticas el proyecto antes mencionado se encargó de generar un entorno propicio para el fortalecimiento de la construcción sostenible con bambú en el país, mediante cinco estrategias:

- Instrumentación de una política de vivienda que aplique tecnologías constructivas sostenibles.
- Desarrollo de un entorno normativo a nivel local para promover la construcción de viviendas e infraestructura social con bambú.

¹ Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG, Mesa Sectorial del Bambú-MSB, Organización Internacional del Bambú y el Ratán-INBAR. 2018. Ecuador: Estrategia Nacional del Bambú. Lineamientos para un desarrollo verde e inclusivo. Quito

- Cualificación de mano de obra en construcciones con bambú.
- Fortalecimiento de la cadena de construcción sostenible con bambú.
- Valoración de los aportes del bambú a nivel ambiental, social y económico.

Como resultado de este proceso y de la incidencia de varios actores del sector, tanto a nivel nacional como local, se incorporó el bambú en la construcción de obra pública, acelerando su crecimiento. Además, debido a los esfuerzos colocados en la formación de profesionales y mano de obra especializada, así como en el fortalecimiento de toda la cadena productiva, fue posible responder de manera adecuada frente a una creciente demanda. Mediante las Escuelas de Campo se promovió el manejo sostenible del bambú y, además, se apoyó a algunas asociaciones para que puedan implementar el proceso de preservado y secado del material con el fin de garantizar la provisión de materia prima. Desde la Escuela Taller de Construcción Sostenible con Bambú (ETCSB) se formó a un conjunto personas como mano de obra especializada y mediante cursos cortos se amplió el número de profesionales especializados.

Sin embargo, la pandemia de la COVID-19 tuvo un importante impacto en el sector del bambú y otros sectores de la economía, por lo que se hacía necesario definir estrategias de reactivación económica postpandemia. En este contexto, la construcción sostenible presentaba un importante potencial debido a los múltiples beneficios que genera a nivel ambiental y social. Como lo han mostrado varios estudios, la construcción puede provocar impactos positivos en relación con la mejora de las condiciones sanitarias de las familias y la generación de empleo, sobre todo si estas acciones involucran a pequeñas y medianas empresas locales en la producción y provisión de materiales y si se privilegia el uso intensivo de mano de obra local. Además, la construcción puede aportar al desarrollo sostenible, si las tecnologías aplicadas en la construcción favorecen la captura de carbono en lugar de su liberación².

En este marco, el fortalecimiento de la cadena productiva del bambú ha constituido un elemento clave para la reactivación económica sostenible y equitativa en Manabí. Los beneficios sociales que genera el bambú a nivel de las economías familiares y comunitarias, la versatilidad de sus usos, sus características naturales que favorecen la producción de manera sostenible y a bajo

² Ortiz, Catalina y María Mercedes Di Virgilio (2020). Asentamientos precarios y vivienda social: impactos de la covid-19 y respuestas. Nota Conceptual. Laboratorios de Viviendas.

costo, su fácil propagación, y las múltiples funciones ambientales que puede cumplir³, su aporte a la reducción de emisiones de carbono en el sector de la construcción y su potencial dentro de la bioclimática y la eficiencia energética, lo han posicionado en la agenda pública como una alternativa de construcción sostenible. Por tanto, su impacto continúa creciendo mediante alianzas público-privadas para el desarrollo.

³ Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG, Mesa Sectorial del Bambú-MSB, Organización Internacional del Bambú y el Ratán-INBAR. 2018. Ecuador: Estrategia Nacional del Bambú. Lineamientos para un desarrollo verde e inclusivo. Quito

3. Alianzas público-privadas para el desarrollo en la construcción sostenible con bambú en Ecuador y su modelo de gestión

La inversión pública es un importante dinamizador de la economía, por lo que constituye un potente instrumento de política pública. Mediante estas inversiones es posible promover el desarrollo y fortalecer las economías locales, generando procesos sostenibles, en términos económicos, sociales y ambientales. No obstante, la viabilidad de la inversión pública requiere de contrapartes a nivel privado y social, con capacidad técnica para ejecutar los proyectos, obras o servicios que se contratan. A continuación, se presentan tres experiencias de alianzas público-privadas para la construcción sostenible con bambú ejecutadas en Ecuador, basadas en un modelo de gestión que incorpora a todos los componentes de la cadena productiva del bambú y que se han ejecutado bajo criterios de sostenibilidad, equidad y trabajo organizado.

3.1 El caso de la construcción de vivienda de bambú en el cantón Olmedo, Manabí



Figura 1. Fotografía vivienda prototipo terminada

Fuente: INBAR, 2022

En cumplimiento de los compromisos asumidos en torno a la disminución de emisiones de carbono y al desarrollo urbano sostenible, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) incorporó dos tipologías de vivienda de bambú dentro de la implementación del Plan Nacional de Hábitat y Vivienda 2021-2024. Una de esas tipologías es una vivienda de construcción mixta (Figura 1), que emplea hormigón en su cimentación, caña guadua (bambú) en su estructura y cuenta con paneles de bahareque encementado. Esta tipología de vivienda tiene un área de 56 m² y contempla dos dormitorios, un baño, sala, comedor y cocina. La vivienda cuenta con un diseño bioclimático y estrategias pasivas para el confort térmico en su diseño, ajustándose a los parámetros de la metodología EDGE sobre eficiencia energética y ahorro de recursos. Estas viviendas se han ajustado al marco normativo vigente, que establece que el valor de la vivienda unifamiliar con subsidio total del Estado es de hasta 44 SBU (Salario Básico Unificado). La vivienda cuenta con la distribución indicada en el siguiente plano (Figura 2).

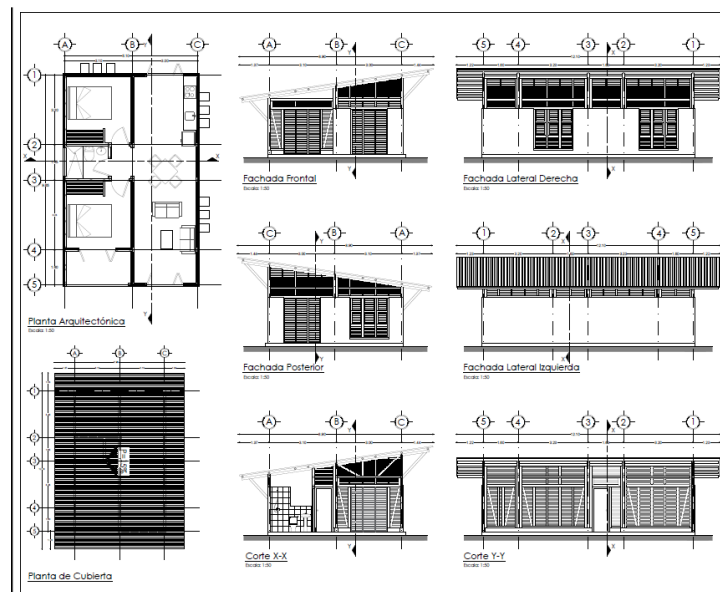


Figura 2. Plano de la tipología de vivienda bioclimática de bambú

Fuente: INBAR, 2022

La vivienda fue diseñada por los equipos técnicos de INBAR y MIDUVI, en el marco de un convenio de cooperación que mantienen las dos instituciones. El proceso de diseño incluyó consideraciones de eficiencia energética y sostenibilidad, y comprendió varias reuniones técnicas que culminaron en la definición de planos constructivos y un presupuesto referencial. Con base en estos insumos, entre agosto y septiembre de 2022, se construyó un prototipo en el

cantón Olmedo, de la provincia de Manabí, con recursos de INBAR y la participación de graduados de la Escuela Taller de Construcciones Sostenibles con Bambú (ETCSB). Posteriormente, el diseño y presupuesto desarrollados fueron enviados desde el MIDUVI a la Empresa Pública Creamos Infraestructura EP, con el fin de que inicie los procesos de contratación de 19 viviendas adicionales en Olmedo.

Por parte de la empresa pública se hicieron ciertos ajustes al diseño en función del presupuesto disponible, no obstante, se omitieron ciertos detalles importantes para garantizar la calidad de la construcción. Debido a la responsabilidad y conocimiento del maestro encargado, estos detalles se incluyeron en la obra, aunque no habían sido contemplados en las especificaciones técnicas e implicaron costos adicionales para los contratistas. Esto evidencia la necesidad de fortalecer los conocimientos técnicos sobre la construcción con bambú para el personal de las instituciones públicas.

La ejecución de las obras fue encargada a la Empresa Pública de Construcciones, Vivienda y de Aseo de Santo Domingo EP, la cual a su vez subcontrató los servicios de una empresa constructora. La empresa contratada fue JECEPA Construcciones, la misma que ejecutó en 2020 un proyecto de 27 casas de bambú en Pile, cantón Montecristi, en la provincia de Manabí. En dicha ocasión, la empresa había contratado los servicios del Sr. Robert Bermeo, maestro especializado en bambú y certificado por ETCSB y el Ministerio de Trabajo. Al tratarse de un nuevo material, los contratistas procuraron revisar a detalle la norma técnica sobre construcciones con guadúa y analizar algunos proyectos que presentaron ciertas fallas en su ejecución, con el fin de no cometer errores. Además, buscaron un maestro especializado en la construcción, a partir de las obras bien ejecutadas que podían observar en la provincia. Mediante este proceso de búsqueda contactaron al Sr. Robert Bermeo, quien mostró una amplia experiencia y conocimiento técnico, incluida la lectura de planos.

Para el caso de Olmedo, el Sr. Bermeo fue contratado nuevamente para encargarse de la ejecución de la prefabricación y montaje de las estructuras de caña y bahareque de las viviendas. Las obras en hormigón, instalaciones eléctricas, acabados y carpintería (puertas y ventanas) se realizaron con otros equipos especializados. Cabe señalar que, en esta modalidad de ejecución de trabajos, el maestro encargado actúa como un subcontratista y asume la totalidad de los costos de los trabajos hasta que se realice el último desembolso.

Para la ejecución del trabajo, el Sr. Bermeo contrató un equipo de maestros especializados en la construcción con bambú, incluidos algunos graduados de la ETCSB. El equipo estaba organizado en dos grupos de cinco personas. Uno de los equipos se encargaba de la prefabricación de cerchas y pórticos en la planta de producción que se había montado en el cantón Rocafuerte (Manabí) y el otro equipo se encargaba de la instalación en el cantón Olmedo. Cabe señalar que estas dos localidades se encuentran a una distancia de 75 km, que corresponde a un trayecto de aproximadamente una hora y media en carro. Sin embargo, Rocafuerte fue el sitio seleccionado para la prefabricación debido a que además de las casas de Olmedo, el Sr. Bermeo se encontraba ejecutando otras obras y este sitio quedaba cerca de su principal proveedor de caña preservada. La cercanía del área de montaje al centro de preservado, le permitían ir donde el proveedor y seleccionar la caña que compraba. Además, al asociarse con el centro de preservado pudo garantizar el abastecimiento de materia prima, la cual, debido a la demanda, se encontraba escasa.



Figura 3. Fotografía de armado de paneles y pórticos

Fuente: INBAR, 2022

En la prefabricación, el equipo de trabajo armaba las estructuras de dos casas por semana, evidenciando un alto rendimiento. Con este nivel de producción, lograron terminar las 19 casas en cuatro meses. Respecto a la provisión de la caña, la construcción de las 19 casas requirió 3.800 culmos, es decir, 200 cañas por casa, entre rollizas y picadas. Las cañas se compraron en Santo Domingo a un centro de preservado especializado, que garantizaba la madurez y el

adecuado tratamiento. La caña utilizada fue macana, un biotipo de la *Guadúa angustifolia kunth*, que presenta ciertas ventajas para el trabajo debido a su uniformidad.



Figura 4. Fotografía de descarga de cerchas y pórticos prefabricados

Fuente: INBAR, 2022

El trabajo se desarrolló con un presupuesto ajustado debido a varias razones. Por un lado, la Empresa Pública de Construcciones, Vivienda y de Aseo de Santo Domingo EP realizaba una subcontratación y parte del presupuesto era absorbido por dicha institución. Por otro lado, la localización de las viviendas tuvo un impacto en el incremento de los costos del proyecto. La selección de los beneficiarios fue desarrollada de manera rigurosa, procurando atender a las familias más vulnerables, por lo que la localización de las viviendas era dispersa e implicaba grandes distancias desde el centro del cantón.



Figura 5. Fotografía del interior de la vivienda

Fuente: INBAR, 2022

En adición, se tuvo que solventar el hecho de que las condiciones de los terrenos no eran las óptimas para la construcción y requerían una inversión adicional para el mejoramiento y nivelación de estos, que se entendía como una contraparte de las familias. En este proceso, el Municipio tuvo una participación clave, apoyando a las familias en estas actividades y en la gestión de los permisos correspondientes. Pese a las dificultades enfrentadas, las viviendas fueron entregadas sin observaciones, debido al conocimiento del responsable de la obra sobre el adecuado uso del bambú en la construcción y la especialización del equipo de trabajo. El modelo de gestión aplicado en este caso se resume en la Figura 6.

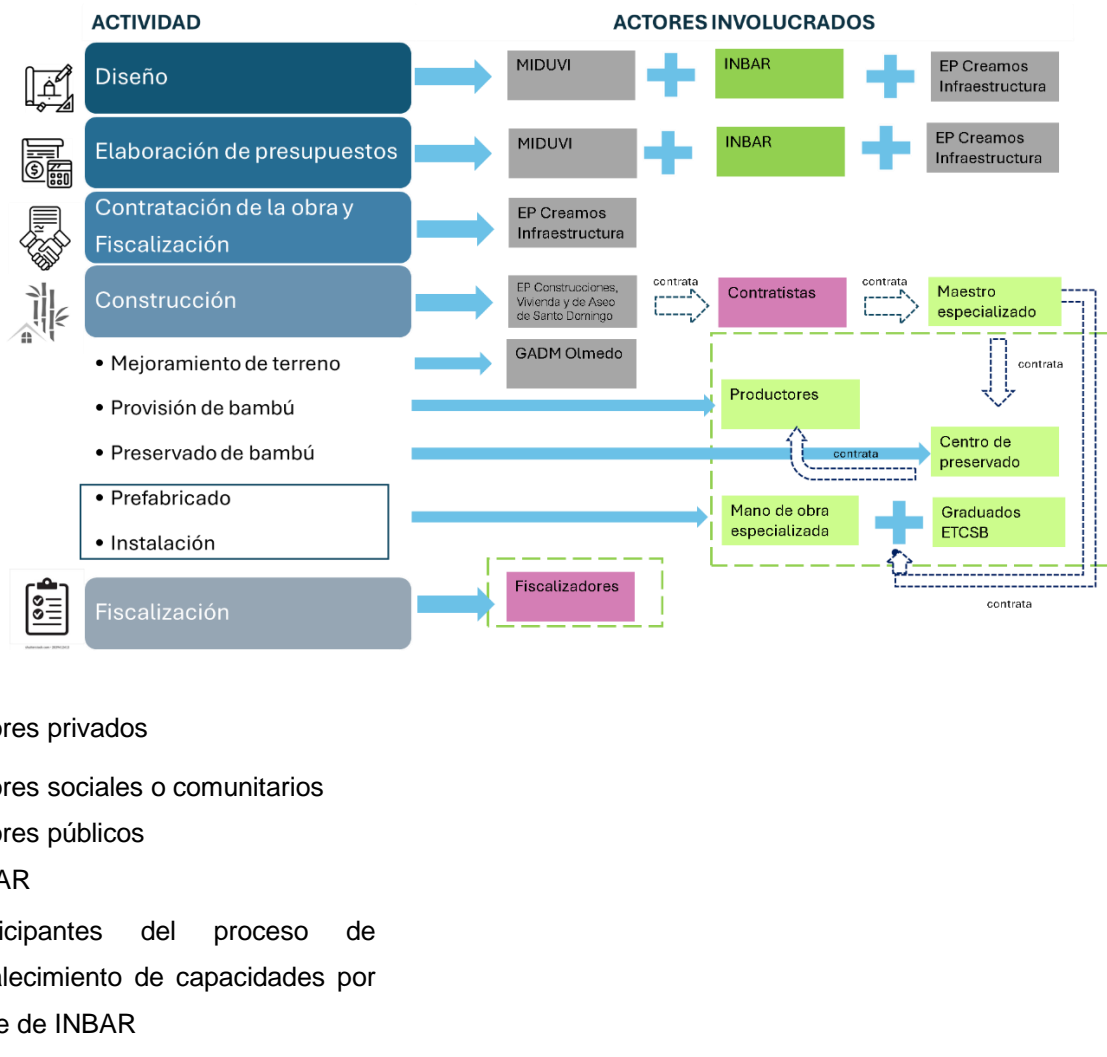


Figura 6. Modelo de gestión aplicado para la construcción de las viviendas de bambú en Olmedo

3.2 El caso de la construcción de vivienda social con cubierta de bambú



Figura 7. Fotografía tipología de vivienda terminada

Fuente: INBAR, 2023

Otra de las tipologías de bambú desarrollada por el MIDUVI fue la tipología para la Costa y la Amazonía que contempla una estructura de cubierta de bambú. Esta tipología corresponde a una vivienda de 44m² con cimentación y estructura de hormigón, mampostería de bloque, cubierta metálica y estructura de cubierta de bambú. Acorde al marco normativo vigente, estas viviendas se construyen en el terreno de los beneficiarios, tienen un valor de hasta 44 SBU y cuentan con subsidio total del Estado.

El diseño arquitectónico fue desarrollado por parte del personal técnico del MIDUVI y fue entregado a la Empresa Pública Creamos Infraestructura, encargada de la ejecución de las obras. Con el fin de definir las especificaciones técnicas que debían incluirse en los pliegos de contratación, la empresa pública contrató los servicios de un profesional especializado en el diseño y construcción con bambú, quien dimensionó y ajustó los materiales de bambú en las tipologías y luego otro equipo externo se encargó del presupuesto, procurando que se adapte al monto máximo establecido por la normativa vigente.

Como se señaló en el capítulo anterior, la incorporación del bambú dentro de las tipologías de vivienda construidas por el MIDUVI es fruto de un importante proceso de valorización de este

recurso y la incidencia de varios actores del sector. Los beneficios sociales y ambientales que genera el bambú lo posicionaron en la agenda pública y lo visibilizaron frente a las autoridades de turno. No obstante, una vez que el bambú fue considerado dentro de la política pública, era indispensable que los diferentes actores de la cadena productiva puedan articularse para responder de manera adecuada a la contratación de 1.600 viviendas con estructuras de cubierta de bambú en diferentes provincias de la Costa y la Amazonia.

Debido al trabajo articulado que venía desarrollando INBAR con el MIDUVI, a través suyo, varios actores del sector que participan de la Mesa Sectorial del Bambú (MSB), fueron convocados con el fin de hacer recomendaciones al diseño, previo a la contratación de las obras. Dentro de estas reuniones, se hicieron recomendaciones principalmente orientadas a simplificar la estructura propuesta, dado que en el primer diseño se encontraba sobredimensionado y la construcción de una estructura de este tipo sobrepasaría el presupuesto disponible. Además, con la simplificación de la estructura se lograba facilitar la construcción, sin afectar la seguridad estructural de las obras, considerando el número de unidad habitacionales que se iban a edificar. Una vez ajustado el diseño, la Empresa Pública Creamos Infraestructura continuó con los procesos de contratación y, tanto INBAR, como la Mesa Sectorial del Bambú Ecuador (MSB) remitieron una base de datos de proveedores y constructores de bambú, que la empresa puso a disposición de los contratistas.

Al iniciarse las obras, varios contratistas se pusieron en contacto con los actores identificados en las bases de datos entregados por la MSB, tanto para la adquisición de materia prima como para la construcción, dado que las especificaciones técnicas de la materia prima eran muy claras sobre los requisitos de calidad. Dentro de esta base de datos se encontraba el Sr. Nilo Palma, graduado de la Escuela Taller de Construcciones Sostenibles con Bambú de Calderón (Portoviejo) y propietario de un centro de preservado que funciona en esta localidad, establecido como producto de su vinculación con el bambú a través de la ETCSB. El Sr. Palma fue contactado para la ejecución de las primeras viviendas en Jaramijó, Portoviejo y Manta, y la calidad del trabajo realizado hizo que fuera contratado para seguir desarrollando otras obras.

La modalidad adoptada para dar respuesta a la demanda de estructuras de cubierta de bambú fue la prefabricación de los kits de cubierta (Figura 8), conforme a las especificaciones indicadas en los planos. El desarrollo de este trabajo demandó la adquisición de aproximadamente 10 mil culmos de cañas guaduas, de los cuales contaban con una disponibilidad de 5 mil culmos propios

y de productores locales de la zona de Calderón (Portoviejo). El resto de las cañas tuvieron que ser adquiridas en diversas plantaciones de otros cantones, como Santo Domingo.



Figura 8. Fotografía de kits de cubierta

Fuente: INBAR, 2023

Con el fin de garantizar la calidad de la materia prima, el Sr. Palma visitaba los guaduales y seleccionaba los culmos maduros, además, se solicitaba a los productores que cumplieran con un adecuado manejo de los culmos para no tener rajaduras. Debido al incremento de la demanda, los precios se elevaron y pasaron de pagar 2,8 USD por la caña de 6 metros a 3,8 USD. Las cañas adquiridas eran tratadas en el centro de preservado del Sr. Palma, el cual cuenta con cuatro piscinas y la capacidad de generar mil cañas preservadas por semana.

Para la prefabricación de los kits de cubierta, el Sr. Palma contactó a sus compañeros y compañeras que se habían graduado de la ETCSB de Calderón, llegando a contratar a 32 personas. Este equipo se organizó en siete grupos de trabajo; seis montaban los kits y un grupo se encargaba de armar ventoleras. Cuando empezaron con la prefabricación de los kits, cada grupo producía tres kits por semana. Dados los beneficios sociales de este trabajo, INBAR colaboró con moldes para el armado de kits como parte de los procesos de fortalecimiento de capacidades que venía desarrollando.



Figura 9. Fotografía de prefabricación de kits

Fuente: INBAR, 2023

Debido a los aprendizajes del proceso y el apoyo de INBAR, la productividad se aumentó de entre 5 a 9 kits por semana, dependiendo de cada grupo. Para verificar la calidad de los trabajos se hacían revisiones respecto al cumplimiento de la normativa de construcción en relación con distancia para cortes y uniones, y admisibilidad de rajaduras. Sin embargo, la mayor garantía del trabajo era el conocimiento y compromiso de los graduados de ETCSB con el cumplimiento de la normativa técnica. Mediante este sistema asociativo, se produjeron 239 kits de cubierta. Los kits se valoraron en 1350 USD en principio, pero finalmente, se vendieron en 1050 USD, dado que el presupuesto estimado para estos era muy bajo (600 USD por cada uno), por lo que los contratistas procuraban negociar un mejor precio. Este valor no incluía el traslado a los sitios de construcción ni la colocación. El centro de preservado del Sr. Palma entregaba a los contratistas un certificado de calidad del material.

El presupuesto de las viviendas, de acuerdo con el valor del SBU en el momento de la contratación, era de 18.700 USD, el cual incluía un margen de ganancia de 15%. Sin embargo, varios rubros, incluido el de las estructuras de bambú, estaban subvalorados y la lejana localización de las viviendas que tenían que construir redujeron considerablemente el margen de ganancia. Para la prefabricación de las estructuras de bambú el margen de ganancia tampoco era demasiado alto debido a que no se consideraron algunos costos asociados como el pago de impuestos. Sin embargo, debido al volumen de producción se lograron ganancias, sobre todo

cuando se optimizaron recursos con la compra a por mayor de los insumos, como por ejemplo de los herrajes.

Una vez prefabricados los kits, los contratistas se encargaban del transporte o el Sr. Palma los contactaba con transportistas de la zona, los cuales tenían la capacidad de transportar 12 kits por viaje. No se eligieron otras opciones de transporte debido a que era necesario garantizar que las cañas no se aplasten ni se rajen en los traslados. De manera complementaria, en algunos casos se acordaba con los contratistas la colocación de una cubierta de manera demostrativa, con el fin de que ellos puedan colocar el resto con su mano de obra. En pocos casos, se contrató también la colocación de las cubiertas, debido a que esto resultaba más costoso que hacerlo con mano de obra local. No obstante, al tratarse de mano de obra no especializada, la colocación no se encontraba garantizada.

Por otro lado, debido a ciertas condicionantes de los terrenos donde se construyeron las casas o la inexactitud de las medidas de la estructura de hormigón o la mampostería, se generaron problemas en la colocación de los kits de cubierta de bambú, los cuales eran prefabricados con las medidas de los planos. En algunos casos también existieron errores en las medidas de las cerchas de bambú. Por esta razón, más adelante, previo a la prefabricación se procuraba tomar las medidas de cada vivienda para evitar contratiempos en la colocación de las cubiertas.



Figura 10. Fotografía del interior de las viviendas

Fuente: INBAR, 2023

En adición, lastimosamente, en algunos casos y debido a la escasez del material, no se colocó la cubierta metálica de manera inmediata y las estructuras de bambú quedaron expuestas al sol y la lluvia, lo cual podría generar problemas al corto y mediano plazo. Esto no sucedió en los casos en que el fiscalizador conocía sobre construcción con bambú y las características del material, como sucedió con el Arq. Riccardo Mondello, quien solicitó a los contratistas no proceder a colocar la estructura de caña si no contaban con la cubierta en el sitio. No obstante, los fiscalizadores y constructores que conocían sobre bambú eran muy pocos, no más del 2%, pese a los esfuerzos de INBAR en los procesos de formación profesional.

En resumen, el modelo de gestión adoptado para la construcción de viviendas con estructuras de cubierta de bambú fue la compra de estas estructuras prefabricadas por parte de los contratistas a proveedores especializados que garantizaban la calidad de la materia prima y de la mano de obra. Estos proveedores fueron referidos por la MSB e INBAR a la Empresa Pública Creamos Infraestructura, la cual entregó una base de datos para los contratistas. Cabe señalar que los actores referidos corresponden a actores que de una manera u otra han participado de los procesos de fortalecimiento de capacidades impulsados por INBAR y dirigidos a todos los eslabones de la cadena productiva. A su vez, estos actores se articularon a nivel de toda la cadena: productores formados en el manejo sostenible del bambú, centros de preservado potencializados y mano de obra especializada en la Escuela Taller de Construcciones Sostenibles con Bambú. Sin duda, dentro de esta articulación, el rol jugado por la MSB e INBAR recopilando información sobre los actores clave y generando espacios de articulación para generar alianzas estratégicas entre ellos, facilitó la vinculación de personas especializadas en trabajos con bambú a lo largo de la cadena.

Sin embargo, varios factores quedaron por fuera de los actores especializados del sector bambú y se evidencia la necesidad de seguir fortaleciendo capacidades de otros actores, principalmente a nivel técnico. Por un lado, si bien el diseño de la estructura de cubiertas fue desarrollado por un profesional especializado, el desarrollo de los precios unitarios se realizó por parte del personal técnico de la Empresa Pública Creamos Infraestructura y profesionales externos que no necesariamente cuentan con esa experticia. Además, la fiscalización, como principal herramienta de control y garantía de calidad de las construcciones, en la mayoría de los casos, no incluyó profesionales con conocimientos respecto al adecuado uso del bambú en la construcción. El modelo de gestión adoptado se presenta en la Figura 11.

3.3 El caso de la construcción de un punto de comercialización en Portoviejo



Figura 12. Fotografía del exterior del punto de comercialización en Portoviejo

Fuente: INBAR, 2024

La Fundación para el Desarrollo y la Investigación Social (FIDES) debía implementar una tienda agroecológica y una cafetería cultural en Portoviejo, como punto de comercialización de bienes y servicios de varias asociaciones comunitarias con las cuales trabaja. En este contexto, se buscaba que el diseño de la tienda evidencie una revalorización de la cultura local, por lo cual se quería utilizar materiales de construcción de la zona. De manera previa, el FIDES había tenido una experiencia de trabajo con INBAR para la adecuación de un galpón en la parroquia Crucita (Centro de Eviscerado de Pinchagua), del cantón Portoviejo. Mediante un acuerdo de cooperación, INBAR colaboró con FIDES en la construcción de las viseras circundantes del techado principal, esto para evitar la entrada directa del sol en las áreas de trabajo de dicho galpón. En este contexto, FIDES contactó a INBAR para la construcción del punto de comercialización en Portoviejo y establecieron un acuerdo de cooperación mediante el cual FIDES construiría la infraestructura productiva que requería, la cual, a su vez serviría como una vitrina de exposición del bambú en Portoviejo y del trabajo desarrollado por los graduados de la ETCSB.

En este proceso, la Arq. Marianna Landi como parte del equipo técnico de INBAR, desarrolló el diseño del punto de encuentro en coordinación con el equipo de FIDES, en una primera instancia

(Figura 13). En este proceso se sumó el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Provincial de Manabí con el diseño y cálculo de las obras de hormigón y el diseño de la marca, y el GAD Municipal de Portoviejo con la gestión de los permisos municipales y un aporte financiero para la construcción de la obra. De manera complementaria, INBAR donó la caña utilizada en la obra y asumió la residencia de obra y el FIDES pagó la mano de obra contratada. Con base en estas alianzas se ejecutó la construcción de la primera fase del punto de comercialización, que corresponde a la cafetería. La etapa correspondiente a la tienda se abrirá próximamente.

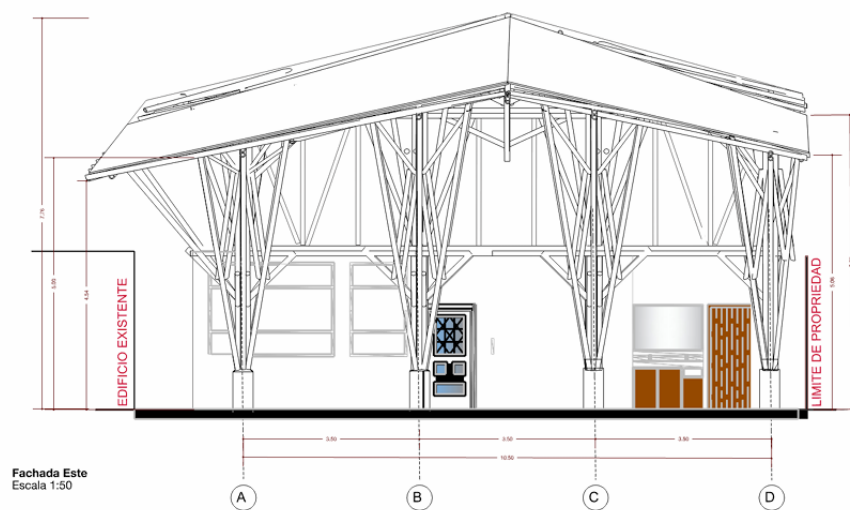


Figura 13. Diseño del punto de comercialización de Portoviejo (Fachada Este)

Fuente: INBAR, 2024

El diseño fue uno de los principales retos que se tuvo que enfrentar porque se buscaba desarrollar una obra icónica para Portoviejo con un presupuesto limitado. El diseño es ambicioso pues contempla una luz de 12 metros y requirió de un cálculo estructural. Además, era indispensable cumplir con todos los requerimientos técnicos establecidos por el GAD Municipal de Portoviejo para la obtención de permisos, dado que el terremoto sentó un precedente importante en la ciudad respecto al cumplimiento irrestricto de la normativa técnica. Por otro lado, fue necesario demostrar al personal del municipio que no se trataba de una obra propensa a incendios, lo cual hubiera requerido otras consideraciones. Todo esto implicó que se desarrollen varias versiones del diseño y se realicen muchos ajustes, previo a su aprobación. Actualmente, es una de las construcciones de bambú más grandes y de mayor calidad estética en la zona urbana de Portoviejo.



Figura 14. Fotografía interior del punto de comercialización en Portoviejo

Fuente: INBAR, 2024



Figura 15. Fotografía de la construcción

Fuente: Marianna Landi, 2024

La materia prima fue adquirida en el centro de preservado de Calderón, que es propiedad de uno de los graduados de la ETCSB, la cual garantiza los requisitos de calidad del material establecidos en la normativa técnica. La construcción fue desarrollada bajo la dirección del maestro Polivio Pilligua, maestro especializado y certificado por la ETCSB, y por un equipo de graduados de la ETCSB, es decir, todo el personal de la obra era certificado. El equipo de trabajo tuvo que construir la obra en cinco semanas debido a que la ejecución de los fondos tenía un plazo límite, por lo que el trabajo requirió un alto nivel de organización y coordinación. El modelo de gestión aplicado en este caso se detalla en la Figura 16.

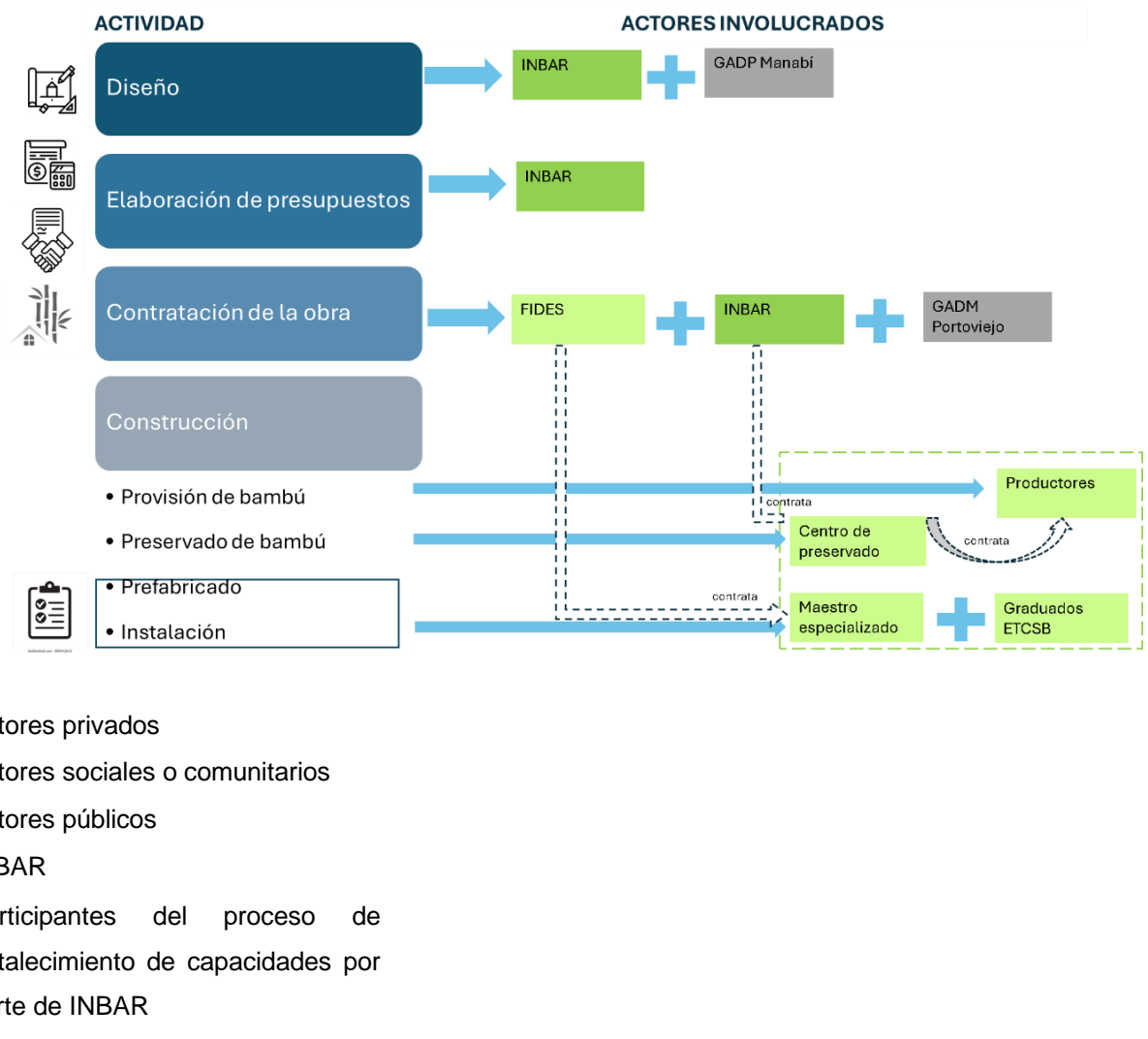


Figura 16. Modelo de gestión aplicado para la construcción de un punto de comercialización de bambú en Portoviejo

3.4 El modelo de gestión de Alianzas Público – Privadas para el Desarrollo en la construcción con bambú

En todos los casos, se pudo identificar cuatro componentes dentro de los procesos de construcción con bambú analizados: i) diseño, ii) elaboración de presupuestos, iii) contratación iv) construcción; en dos de los tres casos, un componente adicional de v) fiscalización. Dentro de cada uno de estos componentes, se evidencia la participación de diversos actores públicos, privados o sociales/comunitarios, así como la de INBAR, en su calidad de organismo intergubernamental de asistencia técnica.

La participación de las instituciones públicas se da principalmente en las etapas previas a la construcción, es decir, en el diseño, elaboración de presupuestos y la contratación, a partir de lo cual el proceso pasa a ser responsabilidad de actores privados o sociales. Dentro de esta fase previa, INBAR ha jugado un rol de asistencia técnica dirigido hacia el personal técnico de las instituciones públicas, asesorando los procesos de diseño y elaboración de presupuestos, en algunos casos.

La construcción se ha desarrollado en los dos primeros casos mediante la contratación de constructores privados que a su vez han generado alianzas estratégicas con actores comunitarios, especializados en el sector del bambú, quienes se han encargado de la provisión del recurso y la mano de obra. En el tercer caso, no se dio la participación de actores privados, sino que la contratación se realizó directamente con los actores comunitarios. Este proceso ha estado respaldado por el trabajo de fortalecimiento desarrollado por INBAR en relación con productores, centros de preservado y mano de obra especializada, lo cual ha garantizado la calidad de las construcciones ejecutadas. Dentro de este esquema, los centros de preservado son quienes proveen el material listo para la construcción y se relacionan de manera directa con los productores. Finalmente, la fiscalización se ha desarrollado por parte de actores privados contratados con este fin. Este esquema de trabajo se evidencia en la Figura 17.

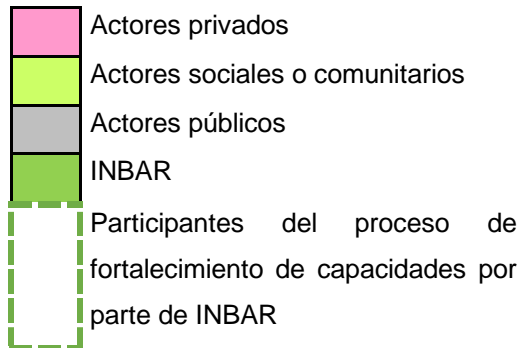


Figura 17. Modelo de gestión de alianzas público-privadas para el desarrollo en la construcción sostenible con bambú

Fuente: Elaboración propia

El modelo de gestión se configura con cuatro componentes:

1. Las actividades de **diseño y elaboración de presupuestos** pueden ser ejecutadas por actores públicos o sociales, tales como organizaciones no gubernamentales, y en ocasiones por actores privados contratados por el Estado. En ciertos casos, estas

acciones podrían desarrollarse de manera colaborativa por actores de los distintos sectores. No obstante, es fundamental, que estos procesos cuenten con profesionales especializados y con experiencia en el diseño y la construcción con bambú, así como en la aplicación de la normativa técnica existente.

2. La **contratación** también puede desarrollarse por actores de cualquier sector, pues puede realizarse de manera pública o privada. En el caso de la contratación pública, es un proceso que se realiza bajo la responsabilidad de una sola entidad. En el caso de realizarse desde entidades del sector social, este proceso puede darse de manera colaborativa, si los distintos actores involucrados se distribuyen las actividades, es decir, uno se hace cargo de la contratación de mano de obra y otro de los materiales, por ejemplo. No obstante, este tipo de asociación requiere altos niveles de coordinación.
3. La **construcción** suele ser ejecutada por actores privados que a su vez subcontratan los bienes y servicios ofrecidos por actores comunitarios especializados en algunos de los eslabones de la cadena productiva del bambú. Es interesante evidenciar las sinergias ya existentes entre los diversos actores del sector, quienes participan del modelo de manera asociativa o mediante alianzas estratégicas establecidas. Sin embargo, también puede ejecutarse de manera directa hacia un actor del sector comunitario que participa respaldado por una iniciativa asociativa. En este caso, quien asume la contratación debe contar con la experiencia suficiente de gestión y coordinación.
4. Finalmente, en los casos en que las contrataciones se han realizado desde los actores públicos, junto con las obras se contratan los servicios de **fiscalización**, un elemento de control fundamental para garantizar la calidad de las intervenciones. En este ámbito, quienes intervienen son actores privados contratados por el Estado, los cuales deben conocer a profundidad la normativa técnica que aplica a la construcción con bambú, para garantizar la calidad de su trabajo.

Dentro de este modelo de gestión INBAR ha participado dentro de todo el proceso mediante un proceso de fortalecimiento de capacidades a largo plazo, que ha incluido, productores, proveedores y profesionales técnicos (particulares y públicos). Sin embargo, en algunas

ocasiones también ha tenido un rol operativo en las fases de diseño, elaboración de presupuestos, contratación y construcción, coordinando con distintos actores del sector.

Por otro lado, el modelo de gestión propuesto evidencia la transversalización de tres enfoques:

- **Sostenibilidad:** Los procesos de manejo de bambusales se han dado bajo criterios de sostenibilidad, con el fin de garantizar que el incremento de la demanda no ponga en peligro la permanencia de los guaduales y continúe contribuyendo a la captura de carbono y conservación, y otras funciones ecológicas que cumple el bambú. Para esto ha sido fundamental el trabajo desarrollo por INBAR con los productores, dentro de escuelas de campo sobre el manejo sostenible del bambú.
- **Equidad:** La activación de la cadena productiva del bambú a través de la construcción ha contribuido a la generación de condiciones más equitativas de acceso a recursos para la población rural, dado que en ella intervienen productores, proveedores de servicios y mano de obra calificada que proviene principalmente de esta zona. Además, la utilización del bambú en la construcción les ha permitido a los productores obtener precios justos por un recurso local, permitiendo una mejor redistribución de los ingresos, principalmente en los casos de experiencias asociativas. No obstante, es necesario continuar trabajando en esta línea, en procura de mayores condiciones de equidad para todos los actores.
- **Trabajo en equipo:** La construcción con bambú genera sinergias importantes en toda la cadena productiva, dado que impacta en todos los eslabones. Además, los esfuerzos desarrollados por INBAR para conectar a los distintos actores tuvieron su fruto en las experiencias descritas antes, demostrando un alto grado de organización del sector. Esto es una lección aprendida para otros casos, que destaca el valor del trabajo de equipo y la importancia de desarrollar procesos de articulación entre los actores del sector bambú.

4. Lecciones aprendidas

La asistencia técnica especializada sobre construcción con bambú en la fase de diseño y elaboración de presupuestos ha sido fundamental para garantizar la viabilidad y calidad de la construcción. Si bien, en todos los casos, el presupuesto ha sido un limitante que ha obligado a hacer ajustes en los diseños, en los casos en que se ha contado con profesionales especializados a cargo de dichos ajustes, estos no han afectado la calidad de las obras. Además, resulta evidente que existe un gran desconocimiento entre los profesionales de la construcción respecto de las características físico-mecánicas del bambú y la normativa técnica sobre su uso en la construcción, lo cual deja un gran espacio para la discrecionalidad en la construcción de obra pública, recayendo la responsabilidad de la ejecución de los trabajos en los constructores. Esta falta de conocimiento también limita la posibilidad de realizar controles de manera adecuada.

Contar con una base de datos de actores del sector fue fundamental para lograr buenos resultados en la construcción con bambú. A través de la base de datos, los contratistas pudieron contactarse con proveedores de bambú preservado y mano de obra especializada que fue subcontratada para realizar los trabajos en bambú. Sin embargo, resulta necesario avanzar hacia procesos que certifiquen el cumplimiento de los requisitos de calidad de la materia prima, dado que es necesario generar mecanismos de diferenciación. Por otro lado, resulta notable la capacidad de los diferentes actores del sector para generar alianzas estratégicas y experiencias de asociatividad, mostrando un alto potencial de organización.

La generación de soluciones habitacionales masivas, que utilicen el bambú como material de construcción, requiere ciertas consideraciones en el diseño, dada las características del bambú. La prefabricación de componentes de bambú fue una respuesta adecuada a esta demanda de masividad, sin embargo, el diseño no consideraba la producción en serie. En el caso de las cubiertas de bambú, si el diseño hubiera considerado la prefabricación, se habrían incluido ciertas previsiones que permitan manejar el margen de error que puede traer una producción artesanal. No obstante, también se pueden adoptar otras estrategias que vayan reduciendo estas eventualidades. Por otro lado, la masividad requiere sobre todo de una capacidad instalada de almacenamiento de material que permita dar respuestas inmediatas. Esta capacidad existe en muy pocos casos todavía.

Si bien es cierto, los casos analizados muestran limitaciones en ciertos aspectos, también evidencian una gran capacidad instalada que puede irse perfeccionando para responder a una creciente demanda. Era necesario dar un primer paso.

5. Recomendaciones para la sostenibilidad, la escalabilidad y la réplica

Es fundamental que el personal técnico de las instituciones públicas contratantes conozca sobre el uso adecuado del bambú en la construcción, dado que los insumos para las contrataciones, como diseños y presupuestos, son revisados por ellos. Si bien pueden contratar estudios especializados, tienen un rol de revisión y podrían combinar este conocimiento técnico con su conocimiento sobre los procesos contractuales. Además, una vez hechas las contrataciones, son los encargados de administrar los contratos y pueden dar directrices tanto a los contratistas como a los fiscalizadores. El desarrollo de material informativo sobre estos temas podría ser de mucha ayuda para el funcionariado público.

Es necesario, continuar difundiendo el conocimiento técnico sobre el uso del bambú en la construcción, ya que no se encuentra en las mallas curriculares de las carreras de arquitectura o ingeniería civil, a diferencia con lo que sucede con otros materiales como el hormigón y el hierro. Además, el uso del bambú en la construcción, bajo la normativa técnica vigente, es una responsabilidad de los profesionales a cargo de una obra, así como del funcionariado público y los fiscalizadores, quienes tienen una responsabilidad civil. Por tanto, la difusión de contenidos técnicos debería ir acompañado de procesos de sensibilización que destaquen la responsabilidad que tienen los profesionales de la construcción en la garantía de las obras que ejecutan y las especificidades de la construcción con bambú.

La existencia de múltiples actores en el sector es el resultado de un proceso de fortalecimiento de capacidades de los distintos eslabones de la cadena productiva del bambú, que se viene dando hace varios años. No obstante, es necesario continuar fortaleciendo el compromiso de dichos actores en brindar productos y servicios de alta calidad, dado que el bambú se encuentra en un momento crucial de expansión. El éxito o fracaso de estos procesos puede determinar la apertura que se dé en un futuro al bambú dentro de la obra pública, por lo que es fundamental procurar buenos resultados. Además, la inclusión del bambú en la obra pública es un importante paso para el sector y resulta indispensable cuantificar su impacto en términos sociales y ambientales, como una herramienta de incidencia. En este marco, resulta fundamental continuar generando material de sensibilización que destaque la importancia de la construcción sostenible para generar más aliados.

Anexos

Anexo 1. Guía de especificaciones técnicas para el uso del bambú en procesos de contratación pública de construcción

CONSIDERACIONES GENERALES

Los procesos de contratación pública conllevan una serie de etapas, procedimientos y requisitos, que por su complejidad requieren de una capacitación previa adecuada para su comprensión. Para solventar este inconveniente, el presente documento contempla una fase introductoria de un procedimiento de contratación pública de obra, para que se pueda evidenciar, de menor manera, en qué parte de este proceso se contienen las especificaciones técnicas, en las cuales se incluirá lo referente a la utilización del bambú como materia prima.

PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN PÚBLICA DE OBRA

I. Introducción

De manera general, el procedimiento de contratación pública es un conjunto de pasos y reglas establecidos por ley para regular la adquisición de bienes, servicios o realizar obras mediante la contratación con proveedores externos, ya sean empresas privadas o individuos. Estos procedimientos están diseñados para asegurar la transparencia, la competencia y la eficiencia en el uso de los fondos públicos y procurar así su optimización.

Los procedimientos de contratación pública se basan en los principios de legalidad, trato justo, igualdad, calidad, vigencia tecnológica, oportunidad, concurrencia, transparencia, publicidad; y participación nacional.

Las instituciones que están obligadas a realizar procedimientos de contratación pública para la adquisición de bienes, servicios u obras son:

1. Los organismos y dependencias de las Funciones del Estado.
2. Los organismos electorales.

3. Los organismos de control y regulación.
4. Las entidades que integran el Régimen Seccional Autónomo.
5. Los organismos y entidades creados por la Constitución o la Ley para el ejercicio de la potestad estatal, para la prestación de servicios públicos o para desarrollar actividades económicas asumidas por el Estado.
6. Las personas jurídicas creadas por acto legislativo seccional para la prestación de servicios públicos.
7. Corporaciones, fundaciones o sociedades civiles que estén conformadas mayoritariamente por cualquier institución del Estado.
8. Las compañías mercantiles que posean o administren fondos o reciban subvenciones de cualquier institución del Estado.

II. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas en contratación de obras comprenden todo lo relativo al diseño de la obra, rubros, personal técnico mínimo, así como su experiencia mínima, equipamiento mínimo, metodología, materiales que se deberán utilizar (bambú) atendiendo los aspectos de diseño y constructivos, y el cronograma de ejecución. Estas especificaciones se basarán en las normas o reglamentos técnicos nacionales como la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Estructuras de Guadúa (Gak).

Estas especificaciones técnicas **no podrán hacer referencia** a marcas de productos o nombres de casas comerciales, ni de determinados orígenes, productores o proveedores. Tampoco se podrá incluir requerimientos técnicos que no puedan cumplir la oferta nacional, salvo justificación funcional debidamente motivada.

Las especificaciones técnicas no deben presentar ambigüedades, ni contradicciones entre las mismas, que propicien o permitan diferentes interpretaciones de una misma disposición; estas deben ser claras, completas e inequívocas.

III. Fases de la contratación pública

Todo procedimiento de contratación pública se compone de 4 fases:



a. FASE PREPARATORIA. - En esta fase se realiza el Plan Anual de Contratación (PAC) o el levantamiento de la necesidad institucional de los bienes, servicios u obras que la entidad pública requiere para cada año calendario, que le permitan cumplir con sus objetivos, metas y demandas institucionales, de acuerdo con sus competencias y atribuciones. Se debe realizar una descripción clara y detallada de las necesidades de contratación.

En esta fase se debe detallar el objeto de la contratación, el presupuesto estimado y el cronograma de implementación

Especificaciones técnicas. - Para el presente caso, en esta etapa es cuando la institución pública establecerá la necesidad de realizar determinada obra en la cual se utilice al bambú como materia prima. De manera previa, la institución pública debería haber realizado los estudios y diseños completos, definitivos y actualizados, así como planos y cálculos, debidamente aprobados por las instancias correspondientes.

En caso de que la entidad contratante no cuente con técnicos especializados para elaborar los estudios previos requeridos para la contratación, se podrá contratar bajo la modalidad de consultoría la elaboración de dichos estudios, es decir, mediante otro proceso de contratación pública.

Pliegos. - La entidad contratante elaborará los pliegos con base en los modelos establecidos por SERCOP, estos pliegos contendrán toda la información técnica, económica y legal, así como una definición detallada del alcance y objetivo de los servicios,

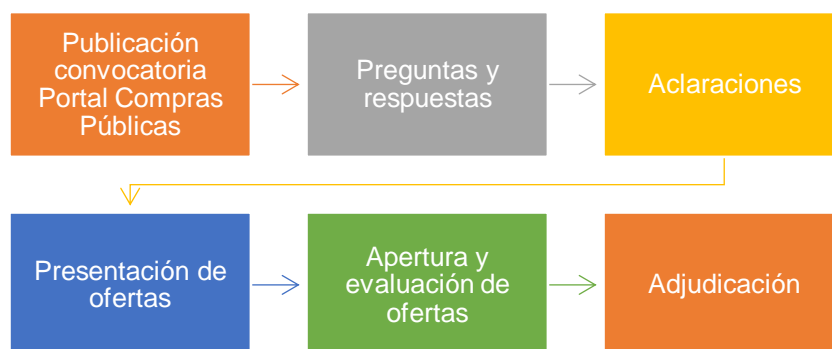
equipamiento y trabajos con sus respectivas especificaciones técnicas y de calidad haciendo referencia a las normas correspondientes.

Los pliegos también deberán describir las pruebas que la entidad contratante deberá llevar a cabo previo a la recepción provisional de la obra. De igual manera, deberán incluir las pruebas que se realizarán previo a la recepción definitiva de la obra, a fin de verificar que esta cumpla con los parámetros de desempeño y calidad establecidos.

En los pliegos se incluirá adicionalmente el procedimiento para la tramitación de pagos con plazos, así como cualquier otra condición indispensable para garantizar un correcto entendimiento del cumplimiento de las obligaciones contractuales durante la ejecución del contrato.

Certificación presupuestaria. - De conformidad con lo dispuesto en el Artículo 24 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, para iniciar un procedimiento de contratación se requiere certificar la disponibilidad presupuestaria y la existencia presente o futura de recursos suficientes para cubrir las obligaciones derivadas de la contratación.

b. FASE PRECONTRACTUAL. - Una vez que la entidad contratante cuente con las especificaciones técnicas, los pliegos y la certificación presupuestaria, la máxima autoridad o su delegado, aprobará los documentos de la etapa preparatoria mediante resolución motivada. La fase precontractual comenzará con la publicación de la convocatoria en el Portal de COMPRAS PÚBLICAS, de conformidad con las normas que regulen el procedimiento precontractual que corresponda.



Una vez iniciada la fase precontractual, tal como se puede observar en la gráfica anterior, seguirá una etapa de preguntas y repuestas mediante la cual, cualquier persona natural o jurídica que desee aplicar a dicho proceso de contratación, podrá pedir a la entidad contratante, información adicional o aclarar inquietudes que surjan referentes a la obra que se requiere por parte de la entidad pública.

La institución pública analizará las preguntas y responderá dentro del plazo establecido para aclarar las mismas y brindar a los posibles oferentes la información más clara posible. Esta etapa es fundamental para evitar cualquier tipo de inconveniente durante la ejecución de la obra como tal.

En cuanto se haya cerrado la etapa de aclaraciones, los oferentes que cumplan con los requisitos establecidos en los pliegos y especificaciones técnicas, podrán presentar sus ofertas a la entidad contratante para su valoración y análisis.

Concluida la etapa de presentación de ofertas, la entidad pública procederá a aperturar las mismas para verificar en primera instancia, el cumplimiento de requisitos establecidos en los pliegos y posteriormente para evaluar dichas ofertas y establecer de manera técnica y legal, cuál es la oferta que mejor se adecúe a los intereses de la entidad pública.

La adjudicación del contrato se dará mediante resolución por parte de la máxima autoridad o su delegado, observando lo dispuesto en la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y los parámetros previstos en los pliegos.

En caso de que no se presentaran oferentes o los que se hayan presentado no cumplen con los requisitos establecidos, se declarará el procedimiento desierto.

c. FASE CONTRACTUAL. - Una vez que la máxima autoridad ha emitido la resolución correspondiente con la cual se adjudicó el contrato, el adjudicatario o ganador deberá suscribir el correspondiente contrato con la entidad contratante en los 15 días hábiles posteriores a la emisión de la resolución.

Para poder suscribir dichos contratos, el contratista deberá presentar los siguientes requisitos:

- Las garantías correspondientes.
- Documentos que justifiquen la representación legal en caso de persona jurídica.
- Los demás requisitos establecidos en los pliegos.

Una vez suscrito el contrato y presentada la documentación correspondiente, la entidad contratante podrá entregar el anticipo determinado en los pliegos y el contrato, con lo cual se dará inicio a la ejecución de la obra.

d. FASE DE EVALUACIÓN. - El SERCOP es la entidad a cargo de emitir la normativa correspondiente que permita la evaluación de los contratos de obra. Esta evaluación se realizará con base en las especificaciones técnicas, los pliegos y el contrato suscrito.

La fase de evaluación podrá realizarse durante la ejecución del contrato por parte del equipo de fiscalización o podrá ser ex post.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las Especificaciones Técnicas componen el conjunto de disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que se estipulan para la realización de cualquier proyecto constructivo. Con referencia a la utilización del bambú como materia prima para la construcción de edificaciones o infraestructura, es indispensable contar con los detalles técnicos que se apliquen para este tipo de material, ya que el mismo varía tanto en el tratamiento de la materia prima, como en el procedimiento de planificación y construcción, así como en la mano de obra especializada requerida.

La presente guía podrá ser adaptada o usada de base para la elaboración de especificaciones técnicas que requieran usar como materia prima al bambú. Todas las disposiciones aquí contenidas son elaboradas en base a la documentación técnica emitida por las diferentes instituciones públicas y privadas rectoras de la materia.

La ejecución de las obras que utilicen al bambú como materia prima se sujetarán a los planos, especificaciones generales del proyecto, especificaciones especiales y órdenes escritas impartidas por el equipo de Fiscalización.

Las especificaciones técnicas referentes a la utilización de bambú como materia prima deberán ser elaboradas por un profesional con experiencia de al menos 5 años en ejecución de obras en las que se haya incluido el bambú.

I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS:

i. Descripción del proyecto:

La presente guía de especificaciones técnicas está dirigida al diseño estructural de edificaciones que utilicen bambú como materia prima, la cual se podrá utilizar de manera general para la construcción de las siguientes estructuras:

- a) Todo tipo de construcción o infraestructura de hasta 2 niveles o pisos de altura.
- b) Construcciones destinadas para la vivienda.
- c) Construcciones relacionadas con turismo como: cabañas, miradores, complementos para piscinas (cambiadores, bares, cubiertas), portones, glorietas, entre otras.
- d) Equipamiento de uso público como: puentes peatonales, paradas de buses, kioscos, cubiertas de uso múltiple, casas comunales, viseras para graderíos, viseras para canchas deportivas, entre otros usos para este tipo de estructuras.
- e) Equipamiento productivo: tendales, marquesinas, corrales, galpones, establos, etc.
- f) Estructuras de soporte a infraestructuras con cargas vivas máximas repartidas de hasta 2,0 kN/m².

La descripción señalada es meramente referencial, dependerá de la institución requirente y del profesional a cargo del diseño y estructura, determinar si el bambú es apto para otro tipo de estructuras.

ii. Objetivos:

Con base en la descripción señalada en el numeral anterior, se debe establecer el tipo de construcción o estructura a realizar, detallando las características principales, la funcionalidad o solución que se busca por medio de dicha construcción y evidentemente que sea cubierta por el bambú como materia prima.

iii. Glosario de términos utilizados en el presente documento:

Los términos y definiciones técnicas utilizadas en el presente documento fueron obtenidas de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Estructuras de Guadúa (Gak), desarrollada por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda en colaboración con otras instituciones públicas y privadas (Agosto de 2016):

Abrasivo: Producto sólido o líquido que desgasta una superficie.

Acabado: Estado final, natural o artificial, en la superficie de una pieza de madera o Guadúa. Estado final del recubrimiento o enlucido.

Acción conjunta: Participación de varios elementos estructurales con separación no mayor a 600 mm para soportar una carga o sistema de cargas.

Afirmado: (material de mejoramiento, recebo compactado) Material granular seleccionado de relleno, que se coloca entre el suelo natural y el entrepiso. Este material debe compactarse en forma adecuada.

Alféizar: Muro que constituye el hueco inferior de una ventana; generalmente solo se dice del horizontal que sirve de coronación del antepecho.

Apeo: Acción y efecto de apearse (II sostener un edificio). Armazón, madero o fábrica con que se apea el todo o parte de un edificio, construcción o terreno.

Arandela: Pieza metálica en forma de corona, utilizada en uniones emperradas para repartir la fuerza en un área mayor. Sinónimo de rodela.

Aspectos morfológicos: Aspectos visuales como forma, color y otros detalles.

Aserrado: Proceso mediante el cual se corta una troza (un tronco) para obtener piezas de madera de sección transversal cuadrada o rectangular.

Avinagrado: Proceso que consiste en dejar el culmo recién cortado, durante al menos 6 días, sobre el tocón para que de forma natural libere los líquidos contenidos en el mismo.

Basa: Segundo segmento del culmo de GaK, a continuación de la cepa, con una longitud entre 4 y 6 m.

Basal: Situado en la base de una formación orgánica o de una construcción.

Boucherie: Sistema de inmunización de la GaK por presión.

Cabio: Vigüeta de cubierta puesta en el sentido de la pendiente, también se le conoce con el nombre de alfarda.

Caña picada: (esterilla en Colombia, caña chancada en Perú) Estera que se forma después de realizar incisiones longitudinales al culmo de GaK en estado verde y de abrirla en forma plana.

Carrera: Solera superior que corona una estructura de muros, también se le llama solera superior.

Celulosa: Polisacárido que forma la pared de las células vegetales y es el componente fundamental del papel.

Cepa: Primer segmento basal del culmo de guadúa con longitudes que fluctúan entre 3 a 4 m; es la parte de la guadúa que presenta el mayor diámetro y el mayor espesor de pared.

Cercha: Elemento estructural reticulado destinado a recibir y trasladar a los muros portantes las cargas de cubierta. Tiene una función equivalente a la de una correa o vigüeta de cubierta.

Cimentación: Entramado (malla o retícula) de vigas de hormigón reforzado que transfiere las cargas de la superestructura al suelo.

Colector solar: Mecanismo o sistema diseñado para absorber las radiaciones solares y transformar esa energía en calor.

Columna en Guadúa: Pieza, generalmente vertical, cuyo trabajo principal es a compresión.

Conicidad: Diferencia de los promedios de los diámetros en los extremos del culmo de bambú Guadúa, dividida por la longitud entre ellos.

Contracción: Reducción de las dimensiones de una pieza de madera o guadúa causada por la disminución del contenido de humedad.

Contrapiso: (o losa base) Elemento de hormigón o mortero con arena o grava colocado sobre material de afirmado y que sirve de soporte al piso acabado.

Correa: Elemento horizontal componente de la estructura de la cubierta, también se le conoce como vigueta de cubierta o tirante.

Cuadrante: Elemento que se pone diagonalmente para conformar una forma triangular cerrada en las esquinas de entrepisos y cubiertas, para limitar la deformación, en su propio plano, de los diafragmas.

Culata: Parte del muro que configura el espacio entre la cubierta y los dinteles y que remata con la pendiente de la cubierta. También se denomina cuchilla.

Culmo: Tallo del bambú, formado por nudos y entrenudos, que emerge del rizoma; es el equivalente al tallo de un árbol.

Dermis o Tripa: parte blanda del Bambú.

Diafragmas interiores del culmo: Tabiques o membranas interiores del tallo de bambú ubicados a la altura de cada uno de los nudos.

Diafragma: Elemento estructural (entrepiso o cubierta) que reparte las fuerzas inerciales laterales a los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica (muros).

Distancia eje a eje: Distancia del eje de un elemento al eje del elemento adyacente, por ejemplo, distancia entre viguetas o entre pies derechos.

Densidad básica (DB): Cociente entre la masa en estado anhidro (guadúa seca al horno) y el volumen de la guadúa en estado verde (VV).

Distancia al extremo: Distancia del centro de un elemento de unión (conector) a la punta de la pieza de Guadúa.

Elementos especiales de cimentación: Son elementos atípicos en este título y que resuelven de manera particular problemas específicos de una construcción en su cimentación tales como pilotes, micropilotes, realces, muros de contención y plataformas de suelo mejorado.

Elementos suplementarios de cimentación: Son elementos que complementan el trabajo de la cimentación en su función de transferencia de cargas hacia el suelo, tales como elementos de cierre de los anillos en la malla, elementos de estabilidad de elementos medianeros, etc.

Endémico: Propio, nativo u originario de un lugar.

Enlucido: (pañete, revoque) Mortero de acabado para la superficie de un muro. También se denomina mortero de alisado.

Entramado: Sistema estructural primario de los muros de bahareque, corresponde a marcos hechos de bambú guadúa o de una combinación de bambú guadúa con madera.

Entrenudo: Porción del culmo comprendida entre dos nudos; también se le conoce como canuto o cañuto, su longitud varía a lo largo del culmo y se va incrementando en el entrenudo subsiguiente de la parte alta.

Epidermis: Piel o parte externa del culmo.

Fibra: Células alargadas con extremos puntiagudos y casi siempre con paredes gruesas.

GaK: Guadúa angustifolia Kunth.

Gramíneo: Dicho de una planta. Del grupo de las angiospermas monocotiledóneas, con tallo cilíndrico, comúnmente hueco, interrumpido de trecho en trecho por nudos llenos, hojas alternas que nacen de estos nudos y abrazan el tallo, flores muy sencillas, dispuestas en espigas o en panojas, y grano seco cubierto por las escamas de la flor.

Higrómetro: Instrumento que sirve para determinar la humedad.

Higroscópico: Que tiene la Propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad según el medio en que se encuentran.

Hinchamiento: Aumento de las dimensiones de una pieza de madera o bambú guadúa por causa del incremento de su contenido de humedad.

Hoja caulinar: Hoja triangular, que protege temporalmente las yemas del culmo durante los primeros seis meses.

Hormigón ciclópeo: Hormigón con adición de agregado de tamaños mayores al corriente (sobretamaño).

Horcón: Madero vertical que en las casas rústicas sirve, a modo de columna, para sostener las vigas o los aleros del tejado.

Lignina: Sustancia natural que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales, a las cuales da dureza y resistencia

Líquenes: Organismo resultante de la simbiosis de hongos con algas unicelulares, que crece en sitios húmedos, extendiéndose sobre las rocas o las cortezas de los árboles en forma de hojuelas o costras grises, pardas, amarillas o rojizas.

Madera y/o guadúa tratada o preservada: Sometida a algún tipo de procedimiento, natural o químico, con el objeto de extraerle humedad y/o inmunizarla contra el ataque de insectos o pudrición.

Malla expandida: Malla que no se basa en tejer o en soldar alambres, sino que resulta de expandir una lámina metálica troquelada y perforada, también conocida como malla venada.

Malla con vena estructural: Malla fabricada a partir de lámina expandida y troquelada, con resaltes continuos que la hacen autoportante.

Malla de gallinero: Malla de alambre trenzado con agujeros hexagonales con aberturas no superiores a 25.4 mm.

Micrón: (micra) Unidad de longitud equivalente a la millonésima parte del metro (0,001 mm).

Mortero: Mezcla de arena, cemento y agua, que para efectos de este Capítulo es utilizada para llenar los entrenudos en conexiones empernadas, también se utiliza para pegar ladrillos y enlucir muros o techos.

Muerte Descendente: Proceso en el cual La planta empieza a secarse, por acción de microorganismos, desde la parte alta de la guadúa hacia abajo.

Muro: Elemento laminar vertical que soporta los diafragmas horizontales y transfiere cargas a las cimentaciones.

Muros de carga: Son muros que además de su peso propio llevan otras cargas verticales provenientes del entrepiso y de la cubierta. Estos muros deben estar amarrados al diafragma y deben tener continuidad vertical.

Muros de rigidez: Son muros que sirven para resistir las fuerzas laterales en cada dirección principal de la edificación. Cuando son transversales a los muros de carga, sirven adicionalmente para reducir la esbeltez de estos. Estos muros deben estar amarrados al diafragma y deben tener continuidad vertical.

Muros divisorios: (tabiques) Son muros que no llevan más carga que su peso propio, no cumplen ninguna función estructural para cargas verticales u horizontales y por lo tanto pueden ser removidos sin comprometer la seguridad estructural del conjunto. No obstante, deben estar adheridos en su parte superior al sistema estructural, con el fin de evitar su vuelco ante la ocurrencia de un sismo.

Nudo: Parte del culmo de la Guadúa, donde las fibras se entrecruzan.

Pandeo: En la construcción, flexión de una viga, provocada por una compresión lateral.

Pie de amigo: Elementos oblicuos que transfieren cargas desde elementos horizontales a los elementos verticales.

Pie-derecho: (montante) Elemento vertical que trabaja a compresión. Piezas verticales de los entramados o muros de corte, en muros de bahareque generalmente son de bambú guadúa y/o madera.

Preservación: Tratamiento para prevenir o contrarrestar la acción de organismos destructores de la guadúa o la madera, como insectos y hongos.

Preservante: Sustancia química que se aplica para prevenir o contrarrestar por un periodo de tiempo, la acción de alguno o varios tipos de organismos capaces de destruir o afectar la madera o el bambú Guadúa.

Preservantes hidrosolubles: Preservantes que pueden disolverse en agua.

Preservantes oleo solubles: Preservantes solubles en solventes oleosos derivados del petróleo.

Pudrición: Este tipo de defecto corresponde a la descomposición de los culmos de guadúa por ataque de agentes biológicos o humedad, que producen cambios en su apariencia, color y propiedades físicas y mecánicas.

Retiro: Espacio obligatorio entre construcción y el límite del lote o entre dos construcciones.

Recubrimiento: Vaciado suplementario sobre una placa prefabricada que beneficia su trabajo como diafragma.

Recubrimiento de muros de bahareque encementado: Material que conforma las caras de un muro.

Riostra: Elemento que limita la deformación de una estructura o de componentes de una estructura, generalmente se ponen en las esquinas de los muros en ángulos que van de los 30° a los 60°, pueden ser de bambú, madera o metálicas.

Rodela: (arandela) Pieza generalmente circular, fina y perforada, que se usa para mantener apretados una tuerca o un tornillo, asegurar el cierre hermético de una junta o evitar el roce entre dos piezas.

Rolliza/o: Estado cilíndrico natural de los tallos de guadúa o madera.

Ruma: Gran cantidad de elementos (Culmos de Bambú) dispuestos con orden unos sobre otros.

Secado: Proceso natural o artificial mediante el cual se reduce el contenido de humedad de la madera o Guadúa.

Sección transversal: Aquella sección que resulta de cortar una guadúa en sentido perpendicular a las fibras.

Sílice: Mineral formado por silicio y oxígeno. Si es anhídrico, forma el cuarzo, y si está hidratado, el ópalo.

Sismorresistente: Construido para resistir terremotos.

Sistema radicular: Raíces o rizomas.

Sobrebasa: Tercer segmento del culmo de Guadúa, localizado a continuación de la basa con longitudes hasta de 4 m.

Solera: En muros de bahareque encementado, es el elemento horizontal que sirve de base a la estructura de un muro e integra las cargas de los pié-derechos.

Tocón: Porción inferior de un tallo de árbol o bambú que queda en el terreno luego de ser cortado.

Tuerca: Complemento metálico, generalmente hexagonal, provisto de cabeza y rosca helicoidal incorporada.

Varillón: Segmento terminal del culmo de Guadúa, localizado a continuación de la sobrebasa, con longitudes hasta de 4 m. Se utiliza tradicionalmente en cubiertas como soporte de tejas de barro.

Viga: Pieza cuyo trabajo principal es la flexión.

Viga de sección compuesta: Viga conformada por dos o más culmos de guadúa conectadas entre sí por medio de pernos o varilla roscada.

Viga en Guadúa: Pieza, generalmente horizontal, cuyo trabajo principal es a flexión.

Vigueta: Elemento estructural secundario de la cubierta o entepiso, que trabaja a flexión y cortante.

Xilófagos: Insectos que roen la madera y el bambú. Hacen que pierda sus características para ser usado como elemento estructural o de construcción.

Zuncho: Abrazadera metálica que envuelve la circunferencia de la Guadúa.

II. **NORMATIVA APLICABLE AL PROYECTO:**

A más de la normativa correspondiente referente al proceso de contratación pública que permita elegir al mejor contratista, tanto la institución pública, el contratista elegido, el proveedor de la materia prima (bambú) y el personal técnico del contratista, deberán observar en su totalidad las disposiciones contenidas en la siguiente normativa:

- a) Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Estructuras de Guadúa (Gak), desarrollada por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda en colaboración con otras instituciones públicas y privadas (Agosto de 2016).
- b) Resolución Nro. MDT-SCP-2022-0189, Subsecretaría de Cualificaciones Profesionales, Ministerio del Trabajo, 12 de abril de 2022.

III. **FISCALIZACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA OBRA:**

La institución, durante todo el tiempo en que se ejecute la obra, ejercerá la Fiscalización y Supervisión de todos los trabajos, a través de un equipo de profesionales y personal técnico de apoyo, debidamente calificado y especializado en bambú.

i. Autoridad del Fiscalizador

El Fiscalizador es el representante de la institución, calificado para inspeccionar, comprobar, examinar y aceptar o rechazar todo lo que corresponde a la ejecución de la obra, considerando la aptitud de los materiales y equipos usados, personal, calidad y cantidad de trabajo realizado, progreso del mismo, interpretación de planos y especificaciones de avance de obra.

El personal a utilizarse en los trabajos será competente y calificado, y guardará la máxima corrección durante todo el tiempo que dure la obra; el Fiscalizador podrá examinarlo y de ser el caso pedirá al contratista la separación del personal no aprobado; no se permitirá la presencia en el trabajo de menores de edad.

El Fiscalizador o su representante podrá pedir la suspensión de los trabajos que no cumplan con lo descrito en planos, especificaciones técnicas y órdenes escritas del Fiscalizador; dicha suspensión será con cargo al contratista, hasta que sean rectificadas los procedimientos por parte del contratista.

La Fiscalización dentro de sus obligaciones y atribuciones se sujetará a lo establecido en el Art. 12 del Reglamento de Determinación de Etapas del Proceso de Ejecución de Obras y Prestación de Servicios Públicos, expedido por la Contraloría General del Estado mediante acuerdo Nro. 0817 publicado en el registro oficial Nro. 779 de 27 de septiembre de 1991.

ii. Ensayos y aprobación de materiales

El contratista al ser solicitado suministrará, libre de cargo, muestras representativas de los materiales que han de ser incorporadas en la obra a ejecutarse. Las muestras deberán ser entregadas con etiquetas, origen y uso. El fiscalizador se reserva el derecho de ensayar cualquiera o todos los materiales a su opción. El contratista deberá extender las facilidades que el Fiscalizador pueda requerir para hacer dichos ensayos, y no usará e incorporará ningún material hasta que se los haya encontrado de acuerdo con los requerimientos.

Los materiales que hayan de ser incorporados a la obra requieren la aprobación del Fiscalizador; esto no confiere al contratista el derecho de usar el material que después de la aprobación, en alguna forma estuviere inadecuado para el uso.

Todos los costos de los ensayos de laboratorio para el control de calidad de la obra serán asumidos por el contratista y deberán ser incluidos en el desglose de costos indirectos.

IV. PERSONAL TÉCNICO:

En virtud de las características especiales que se requiere para la utilización del bambú en obras de construcción, el contratista deberá contar con el personal técnico adecuado que cumpla con los siguientes requisitos mínimos:

- a) **Arquitecto.** - Adicional a los requisitos técnicos establecidos para este profesional, el contratista deberá contar con un arquitecto que acredite experiencia y formación en trabajo con bambú de al menos 5 años en construcciones con este material.
- b) **Ingeniero civil.** - Adicional a los requisitos establecidos para este profesional, según lo dispuesto en la Ley de Ejercicio Profesional de la Ingeniería Civil, el contratista deberá contar con un ingeniero civil que acredite experiencia y formación en trabajo con bambú de al menos 5 años en construcciones con este material. ⁴
- c) **Maestro de obra.** - El maestro de obra deberá contar una certificación de cualificación por competencias laborales en carpintería y montaje de estructuras de bambú, y acreditar experiencia de al menos 3 años en trabajos con este material. ⁵
- d) **Aprendices o ayudantes de construcción.** - Estos deben acreditar conocimiento en el trabajo con bambú y experiencia mínima de 1 año, de preferencia estar certificado por la Escuela Taller Construcciones Sostenibles con Bambú.

V. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL A UTILIZAR PARA ESTE TIPO DE CONSTRUCCIONES

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Estructuras de Guadúa (Gak), de agosto de 2016, establece una serie de requisitos que debe tener la materia prima a utilizar en este tipo de

⁴ Las especificaciones técnicas detallarán si se requieren un arquitecto, un ingeniero civil o ambos para cada proyecto.

⁵ Resolución Nro. MDT-SCP-2022-0189, Subsecretaría de Cualificaciones Profesionales, Ministerio del Trabajo, 12 de abril de 2022.

construcciones, haciendo énfasis principalmente en la utilización de la caña *Guadúa Angustifolia Kunth* (GaK), como una especie de bambú que se caracteriza por ser nativa del Ecuador y presentar ventajas productivas y económicas al ser de rápido crecimiento y propagación. Así también, la GaK sobresale por las propiedades estructurales de sus tallos, y respecto de su relación peso – resistencia y su capacidad para soportar mayor flexión respecto de otros materiales para la construcción, lo que la convierte en una alternativa de construcción sismo resistente y ecológica.

De manera general, el bambú a ser utilizado en construcción debe tener las siguientes características:

- a) Material cosechado en estado maduro (4 a 6) y preservado en solución al 4% mínimo de concentración de bórax y ácido bórico.
- b) Ser acarreado sin provocar maltrato ni golpes al culmo.
- c) Transportado en camiones adecuados, sin superar los 2 metros de altura en el apilamiento.
- d) El bambú debe ser secado hasta llegar al porcentaje de humedad promedio de la zona donde se va a utilizar.

La normativa NEC-SE-GUADÚA, Estructuras de Guadúa (GaK), de agosto de 2016, establece los requisitos de calidad para la guadúa estructural, especificaciones que el contratista deberá observar para que el material que se va a utilizar cumpla con todas estas características y especificaciones técnicas.

i. Identificación de la GaK idónea para la construcción

La GaK rolliza utilizada como elemento estructural en forma de columna, viga, vigueta, pie-derecho, entramados, entrepisos, etc., debe cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

- a) La guadúa debe estar seca, lo que significa que su contenido de humedad debe ser igual o inferior a la humedad de equilibrio del lugar. Para garantizar esto, los culmos deben estar en el sitio de la obra al menos 15 días antes de usarse.
- b) Los culmos de GaK deben cumplir con los procesos de preservación y secado descritos en la sección 3.5. y 3.6. de la NEC-SE-GUADÚA, Estructuras de Guadúa (GaK).

- c) Los culmos de GaK no deben presentar una deformación del eje longitudinal mayor al 0,33%. Esta deformación se reconoce al colocar la pieza sobre una superficie plana (o con cuerdas) y observar si existe separación entre la superficie de apoyo (o la cuerda) y la pieza. Este procedimiento de verificación debe realizarse al menos en cada tercio de la circunferencia del culmo.
- d) La GaK es un material natural y su diámetro va disminuyendo constantemente a lo largo del tallo, se entiende que la conicidad hace parte de su anatomía, no obstante, se deben poner algunos límites a esta diferencia entre diámetros.

En la Tabla 1 se muestran los límites máximos permitidos para cada una de las partes comerciales de la GaK, obtenidos en base a la Ecuación 1, que es igual al porcentaje de la diferencia entre el diámetro inferior y el superior dividido por la longitud del culmo.

Ecuación 1:

$$\%con = \frac{(D_+ - D_-)}{L} * 100$$

Donde:

$\%con$ Porcentaje de conicidad de la pieza

D_+ Diámetro mayor en mm

D_- Diámetro menor en mm

L Longitud de la pieza de GaK en mm

Tabla 1. Conicidad admisible de la GaK

Parte de la Guadúa	Conicidad
Cepa	0.17 %
Basa	0.33 %
Sobrebasa	0.50 %

- e) La GaK es un material que tiende a agrietarse naturalmente debido a la diferencia en la densidad de sus paredes, no obstante, se deben establecer algunos límites para el tamaño y la localización de las grietas, como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Límites de fisuras en la GaK

Tipo	Se permite	Límites	Recomendación
Grieta longitudinal	Sí	La grieta debe estar contenida entre dos nudos, si la grieta pasa al canuto siguiente no debe tener una longitud superior al 20% del culmo.	Si los culmos presentan fisuras después de instalados, estos pueden ser tratados por medio de abrazaderas o zunchos metálicos.

- f) Los culmos estructurales no pueden presentar arrugas perimetrales que evidencien una falla debida a compresión durante la vida de la GaK (Ver Figura 1), si se presenta este tipo de falla se deberá cortar la parte defectuosa del culmo, pero el resto podrá ser usado si cumple con los demás requisitos.

**Figura 1.** Falla a compresión

- g) Los culmos de GaK no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos o aves antes de ser utilizadas.
- h) No son aptos para la construcción los culmos que presenten algún grado de pudrición causada por hongos.

ii. Adquisición de los culmos de bambú (GaK)

Previo a la adquisición de los culmos, se debe considerar lo siguiente:

- a) Con anticipación, no menor a dos meses del inicio de la obra, el contratista debe realizar la adquisición de los culmos de GaK, con las especificaciones de medidas y calidad requeridas en el proyecto. Se recomienda que el contratista adquiera por lo

- menos un 20% más de los culmos calculados para la obra, ya que existen culmos con imperfecciones, curvaturas pronunciadas, doble curvatura o alabeos y rajaduras, que solo se evidencian a la hora de la construcción. Los culmos con dichas imperfecciones no se deben usar como elementos de soporte estructural.
- b)** El contratista exigirá al proveedor del material garantía de calidad del producto, donde, además del número de culmos, longitudes, diámetros, fechas (madurez y corte); sean especificados: las características de los culmos, el % de contenido de humedad del material a pie de obra, el tipo de preservante y el método utilizado para la inmunización y secado de los culmos de GaK.
 - c)** El contratista constatará las características de calidad indicadas en la sección 3.8. de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Estructuras de Guadúa (GaK), de agosto de 2016, así como el % de contenido de humedad del material a pie de obra.
 - d)** En el sitio de la obra los culmos deben ser almacenados de acuerdo a lo señalado en el ítem 3.7. de la normativa indicada.
 - e)** Se recomienda que los culmos en la obra, sean almacenados bajo cubierta provisional.

El equipo de fiscalización de obra será el encargado de verificar que el material haya sido adquirido a proveedores que cumplan con las especificaciones técnicas mediante las órdenes de compra, así como verificará que la materia prima cumpla con los requisitos aquí establecidos mediante los correspondientes ensayos, según lo establecido en el numeral 3.2 del presente documento.

VI. BASES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL

i. Requisitos de diseño.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-GUADÚA, Estructuras de Guadúa (GaK), la estructura en bambú debe ser diseñada y construida considerando los siguientes requisitos:

- a) Todos los elementos de GaK de una estructura deben ser diseñados, construidos y empalmados para resistir los esfuerzos producidos por las combinaciones de las cargas de servicio consignadas en los capítulos de la NEC y estipuladas en la Tabla 3.

Tabla 3. Combinaciones de cargas para el diseño

1	D
2	D + L
3	$D + 0.75 L + 0.525 Ex$
4	$D + 0.75 L - 0.525 Ex$
5	$D + 0.75 L + 0.525 Ey$
6	$D + 0.75 L - 0.525 Ey$
7	$D + 0.7 Ex$
8	$D - 0.7 Ex$
9	$D + 0.7 Ey$
10	$D - 0.7 Ey$
11	$D + 0.75 L + 0.525 EQx$
12	$D + 0.75 L - 0.525 EQx$
13	$D + 0.75 L + 0.525 EQy$
14	$D + 0.75 L - 0.525 EQy$
15	$D + 0.7 EQx$
16	$D - 0.7 EQx$
17	$D + 0.7 EQy$
18	$D - 0.7 EQy$

Donde:

- D Carga muerta.
 L Carga viva.
 Ex Carga estática de sismo en sentido X.
 Ey Carga estática de sismo en sentido Y.
 EQx Carga del espectro de aceleraciones en sentido X.
 EQy Carga del espectro de aceleraciones en sentido Y.

- b) Toda construcción de GaK debe tener un sistema estructural que cumpla los requisitos de resistencia sísmica especificados en la sección 3.2 del capítulo NEC-SE-VIVIENDA, ajustándose a uno de los siguientes tipos de sistemas estructurales:
- Pórticos con diagonales en un sistema Entramado o en un sistema de Poste y Viga, utilizando un coeficiente de reducción R igual a 2 y una limitación al número de pisos igual a 2.

- Muro de corte portante de bahareque o quincha estipulado en la sección 6.7.3 del capítulo NEC-SE-VIVIENDA tomando las consideraciones de la Tabla 3 de la sección mencionada.
 - Sistema de armaduras para cubiertas, el cual no debe ser muy pesado con relación al resto de la estructura.
- c) El diseño estructural debe reflejar todas las posibles cargas actuantes sobre la estructura durante las etapas de construcción y servicio; además de las condiciones ambientales que puedan generar cambios en las suposiciones de diseño o que pueden afectar la integridad de otros componentes estructurales.
- d) El análisis y diseño de estructuras de GaK debe basarse en los principios de la mecánica estructural y su estructura debe cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo NEC-SE-DS correspondiente a la determinación de cargas laterales de diseño sismorresistente. Además, deben cumplirse los requisitos particulares que se encuentran relacionados en el capítulo de Estructuras de Guadúa de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-GUADÚA.
- e) Los elementos se considerarán homogéneos, pero no deben considerarse lineales para el cálculo de los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas. Para esto debe considerarse como parámetro geométrico característico una imperfección vertical natural de 1.298% de excentricidad natural respecto a la longitud del culmo.
- f) El coeficiente de capacidad de disipación de energía básico para estructuras de GaK, cuyo sistema de resistencia sísmica sea el de pórticos con diagonales, será de $R_0 = 2.0$. En caso de que el sistema de resistencia sísmica sea proporcionado por muros de madera laminada o muros de bahareque encementado, se debe tomar el valor correspondiente de $R_0 = 1.5$.

ii. Requisitos de calidad para las estructuras en bambú.

Para garantizar el correcto funcionamiento de la estructura en GaK durante toda su vida útil se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) La construcción de la edificación debe realizarse por personal capacitado y bajo la dirección de un profesional que conozca los lineamientos normativos correspondientes y los principios constructivos con GaK.

- b) Los materiales y productos que sean usados en la construcción deben emplearse como se especifica en este documento y siguiendo las especificaciones de uso dadas por los proveedores de la materia prima y fabricantes.
- c) Las estructuras de GaK por estar fabricadas con un material de origen natural deben tener un adecuado mantenimiento preventivo, que garantice que los elementos a usar no sean atacados por insectos u hongos durante su vida útil, como se especifica en la sección 3.5 de la NEC-SE-GUADÚA, Estructuras de Guadúa (GaK).
- d) La estructura debe tener durante toda su vida útil el mismo uso para el que fue diseñada.
- e) Cuando la estructura de GaK se utilice como cubierta de piscinas de natación en donde se utiliza cloro, se debe establecer en el diseño y la construcción que no se producirá ataque del cloro a la GaK y que se han tomado todas las precauciones para evitar un deterioro de los culmos y una disminución de su resistencia estructural por esta causa.
- f) Para la determinación del diámetro y del espesor real de la pared del culmo se debe seguir los siguientes procedimientos:
- **Diámetro:** Medir en cada segmento del culmo el diámetro en ambos extremos y en dos direcciones perpendiculares entre sí. El diámetro real corresponde al promedio de las cuatro mediciones.
 - **Espesor:** Tomar cuatro mediciones en cada sección transversal del culmo, y medir, además, el espesor en los mismos sitios en que se midió el diámetro. El espesor real corresponde al promedio de las ocho mediciones. Ver Figura 2.



Figura 2. Determinación del diámetro y del espesor real de la pared del culmo

- g) En ningún caso se debe utilizar estructuras de GaK cuando la temperatura a la cual van a estar sometidas exceda los 65 grados centígrados.

iii. Método de diseño estructural.

El buen desempeño de las construcciones depende de que en su planeamiento estructural se sigan los criterios apropiados, así:

- a) Todos los elementos deben ser diseñados por el método de los esfuerzos admisibles empleando las cargas especificadas en el capítulo NEC-SE-CG, así como las cargas sísmicas especificadas en el capítulo NEC-SE-DS.
- b) Todas las uniones de la estructura se consideran articuladas y no habrá transmisión de momentos entre los diferentes elementos que conformen una unión, salvo si uno de los elementos es continuo, en este caso habrá transmisión solo en el elemento continuo.

VII. INSTITUCIONES DE ASESORÍA Y APOYO EN MATERIA DE BAMBÚ

En caso de requerir información adicional respecto del manejo o utilización del bambú en los procesos de construcción, así como de distribuidores de materia prima o personal calificado, la entidad contratante o la contratista podrán solicitar apoyo y asesoría técnica a las siguientes instituciones:

- a) Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- b) Ministerio de Trabajo.
- c) Mesa Sectorial del Bambú.
- d) Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR).

VIII. CONCLUSIONES

Las especificaciones técnicas son una parte fundamental para todo procedimiento de contratación pública de obra, ya que detallan los requerimientos técnicos de diseño, calidad, durabilidad que tiene la institución pública y que deben ser cumplidos de manera obligatoria por el contratista.

Como se pudo evidenciar en la descripción de las fases del proceso de contratación pública, es a partir de la primera fase del proceso (preparatoria), en donde se incorporan las especificaciones técnicas que conjuntamente con los pliegos y la certificación presupuestaria, dan paso al inicio

del proceso de contratación mediante resolución de la máxima autoridad de la entidad contratante, con la cual se inicia la fase precontractual.

En esta segunda fase, las especificaciones técnicas permiten a la entidad contratante establecer los requisitos y características que el oferente deberá cumplir para acceder al contrato, y en base a estas especificaciones y a los pliegos se evaluarán las ofertas presentadas.

En la fase contractual las especificaciones técnicas se adjuntan al contrato como anexos, las cuales son de obligatorio cumplimiento para el contratista, y que serán permanentemente evaluados durante la ejecución del contrato y de manera ex post, por parte del equipo de fiscalización de obra.

Hay que tener en cuenta que las especificaciones técnicas relativas al uso del bambú como materia prima, hacen referencia únicamente al uso de este material en obras, desde su diseño, personal técnico y experiencia del mismo, características del bambú, propiedades y el tratamiento adecuado que se le debe dar a este material. Respecto de las demás especificaciones que componen las especificaciones técnicas, dependerá de cada proyecto a cargo de la entidad contratante y de las demás características y especificaciones que esta le quiera dar a la obra.

Finalmente, hay que resaltar que las especificaciones técnicas se deben basar en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Estructuras de Guadúa (Gak), ya que es la única norma técnica nacional que hace referencia al uso del bambú en la construcción de determinadas obras, solo en caso de ser insuficientes, se podrá recurrir a instrumentos técnicos normativos internacionales, los cuales deberán ser debidamente aprobados por el administrador del contrato y el líder de fiscalización.

IX. FUENTES

Para la elaboración del presente documento se utilizó como base las disposiciones establecidas en la siguiente normativa:

- Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.
- Reglamento General a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.

- Resolución Nro. R.E-SERCOP-2023-0134, Normativa Secundaria Del Sistema Nacional De Contratación Pública – SNCP.
- Resolución Nro. MDT-SCP-2022-0189, Subsecretaría de Cualificaciones Profesionales, Ministerio del Trabajo, 12 de abril de 2022.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Estructuras de Guadúa (Gak), desarrollado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda en colaboración con otras instituciones públicas y privadas (Agosto de 2016).



www.inbar.int

@INBAROfficial