

Prácticas, técnicas y percepción de rendimientos de expertos de Ecuador y Perú en la construcción con bambú (Guadua)

Practices, techniques and performance perception of experts from Ecuador and Peru in construction with bamboo (Guadua)

Yann Barnet  Instituto de Vivienda, Urbanismo y Construcción. Universidad de San Martín de Porres. Perú. ybarnet@usmp.pe (autor de contacto)
Faouzi Jabrane  Instituto de Vivienda, Urbanismo y Construcción. Universidad de San Martín de Porres. Perú. fjabranes@usmp.pe
Arantxazú Flores Flores  Instituto de Vivienda, Urbanismo y Construcción. Universidad de San Martín de Porres. Perú. afloresf@usmp.pe
Fabian Moreno Ortiz  Organización Internacional del Bambú y el Ratán. Ecuador. fmoreno@inbar.int

RESUMEN

En América Latina, la construcción con bambú genera cada vez más interés, sin embargo, no se sabe casi nada sobre sus obreros especializados ni existe un consenso sobre la forma de presupuestar obras con bambú. A través de una encuesta y *focus group* con expertos peruanos y ecuatorianos que edifican con *Guadua*, este estudio ofrece información sobre el perfil de esos maestros, su forma de trabajar, sus técnicas y prácticas constructivas, así como su percepción de rendimiento para una serie de tareas específicas a la construcción con bambú. Las comparaciones y las tendencias de esas experiencias acumuladas llevan a determinar estrategias de optimización de procesos constructivos como la prefabricación y una organización de partidas de obras.

Palabras clave: bambú; construcción; mano de obra; partidas; rendimientos; técnicas constructivas.

ABSTRACT

In Latin America, bamboo construction generates more and more interest, however almost nothing is known about its specialized workers nor is there a consensus on how to budget bamboo buildings. Through a survey and focus group with Peruvian and Ecuadorian experts who build with Guadua, this study offers information on the profile of these workers, their methods, their building techniques and practices as well as their perception of performance for a series of specific bamboo building tasks. Comparisons and trends of these accumulated experiences lead to determining strategies for optimizing construction processes such as prefabrication and an organization of work items.

Keywords: bamboo; construction; manhood; construction items; building performance; building technics.

Cómo citar este artículo/Citation: Yann Barnet, Faouzi Jabrane, Arantxazú Flores Flores, Fabian Moreno Ortiz (2024). Prácticas, técnicas y percepción de rendimientos de expertos de Ecuador y Perú en la construcción con bambú (*Guadua*). Informes de la Construcción, 76 (575): 6657. <https://doi.org/10.3989/ic.6657>

Copyright: © 2024 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Recibido/Received: 07/11/2023
Aceptado/Accepted: 11/06/2024
Publicado on-line/Published on-line: 24/10/2024

1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR), el bambú constituye una herramienta para combatir el cambio climático y un soporte para lograr siete de los Objetivos de Desarrollo Sostenible promovidos por la ONU (1). Este recurso constituye un importante aliado para disminuir los impactos de la industria de la construcción, pues, no solo se trata de un material natural renovable cuya huella ecológica es inferior a la mayoría de los materiales usados, sino que su continuo desarrollo toma sus raíces en sus notables cualidades físico-mecánicas (2), su atractiva apariencia y sus grandes beneficios ambientales.

En América Latina y el Caribe, el uso del bambú en la construcción está tomando cada vez más fuerza, tal como se pudo evidenciar en uno de los eventos más importantes para el sector, el Simposio Internacional del Bambú y la Guadua que tuvo como sede a Perú en 2022 y a Ecuador en 2019 (3). Sin embargo, sigue siendo un material de uso muy limitado comparado a la albañilería confinada, a pesar de que sus cualidades en términos ambientales superan la mayoría de las soluciones constructivas convencionales, como lo demuestran varios estudios comparativos del ciclo de vida elaborados en países andinos (4).

En cuanto al empleo del bambú en la construcción, Perú y Ecuador presentan varias similitudes: en ambos países destaca la presencia de la *Guadua*, un género nativo con grandes cualidades físico-mecánicas, cuyo empleo en la construcción está sustentado por normas de construcción nacionales aprobadas respectivamente en 2012 y 2017 (5, 6). Asimismo, forman parte de INBAR, un organismo que promueve la construcción sostenible y segura en base a bambú y cuentan con políticas públicas de promoción de la cadena de valor de este material, plasmadas en documentos de planificación nacionales: “Ecuador: Estrategia Nacional del Bambú 2018-2022” (7) y “Estrategia Nacional para el Desarrollo del bambú 2022-2025” en el caso de Perú, (8). En ambos, se reconoce el fuerte potencial del bambú en la construcción y su benéfico impacto económico y social; sin embargo, se identifican varias carencias, sobre todo en el Perú, como la “falta de garantía de la calidad de la materia prima”, la “informalidad de su comercialización”, la “escasez de mano de obra especializada” y la falta de estudios que profundicen su aplicación en la construcción.

De hecho, es relevante que las partidas de construcción relativas a las estructuras y elementos arquitectónicos con bambú no están contempladas ni en las fuentes gremiales de la construcción, ni en los documentos normativos de metrados en ambos países. A parte de unas escasas publicaciones como la del arquitecto Saúl Vera que plantea unos análisis de partidas con bambú en Ecuador (9), unos análisis de costos de uniones realizados por el IVUC (10) y unos análisis de partidas de Chinchayán en Perú (11), resulta muy difícil encontrar datos y menos aún métodos consensuados que permitan evaluar los costos de mano de obra específicos a los elementos constructivos con bambú.

En un cierto nivel de correlación, es notable que no existen medianas o grandes empresas de construcción con bambú en Ecuador o Perú (12, 13) por lo que se deduce que la casi integralidad de las obras está realizada por pequeñas empresas y profesionales de la construcción independientes que, hasta

en la actualidad, cuentan de forma casi exclusiva con su propia experiencia para evaluar sus tiempos de trabajo y costos.

En este contexto, para explorar y aportar información sobre el sector de la construcción con bambú, uno de los primeros retos es conocer con más profundidad estos profesionales, y aprender sobre su forma de trabajar, los materiales y herramientas que emplean, y el tiempo que requieren para realizar una serie de actividades específicas a la construcción con bambú. Gracias a esta información previa, se podrá orientar estrategias de consolidación del sector, nuevos estudios y propuestas de partidas con sus respectivos rendimientos.

En la presente investigación, se hace un análisis comparativo de las formas y métodos usados en construcciones de bambú realizado por profesionales tanto de Perú y Ecuador. Enmarcada en esta exploración, el estudio busca obtener tres grandes tipos de información:

1. Conocer el perfil y prácticas generales de los expertos: su proceso de aprendizaje, su experiencia, sus motivaciones y forma de trabajar.
2. Determinar las técnicas que emplean: características constructivas, tipos de materiales y herramientas.
3. Recaudar los tiempos que los expertos estiman que necesitan para realizar acciones relativas a la construcción con bambú con el objetivo de poder realizar proyecciones de rendimientos.

2. MÉTODO Y MATERIALES

La investigación fue de carácter exploratoria con diseño no experimental. La técnica empleada para iniciar la recolección de datos de las distintas variables fue una encuesta direccionada a los expertos de construcción con bambú. Dicha encuesta fue por conveniencia, buscando obtener la mayor cantidad de representantes de los expertos de Perú y Ecuador, ya que es una población muy reducida a la escala de esos países. Se complementó la encuesta con *Focus group* direccionado a los profesionales con mayor experiencia para profundizar temáticas ligadas a su práctica profesional.

2.1. Muestra

La definición de la muestra de encuestados ha sido distinta según los dos países porque presentan algunas diferencias contextuales.

En el caso de Ecuador, existe una certificación de formación continua de “Carpintería y montaje de estructuras con bambú” avalada oficialmente por parte del Ministerio del Trabajo, que contaba con 102 profesionales registrados en todo el país en el momento del estudio. Dentro de esta población total, un grupo de 33 expertos con mayor experiencia fueron identificados por INBAR para realizar un curso de especialización. El cuestionario se realizó en este marco, de tal manera que la muestra representa un tercio de la población total.

En el caso de Perú, no se cuenta con ningún sistema de certificación oficial que permita delimitar una población exacta. Por lo tanto, la estrategia empleada fue de contactar todos los especialistas de construcción con bambú de la base de datos del Centro del Bambú del Perú (CBP) (14), así como profesionales referenciados por el grupo de investigación, cuyas

obras en bambú garantizan su nivel de expertise. En total, se logró encuestar a 13 profesionales de una población de menos de 30 identificados en el Directorio del Sector Bambú en el Perú (12). Si bien esta muestra representa aproximadamente la mitad de la población, el equipo de investigación está consciente que existen más profesionales con experiencia en construcción con bambú, sobre todo en el sector informal, particularmente en la región de costa norte donde la arquitectura con bambú tiene una cierta presencia, aunque sin adecuarse a los criterios normativos vigentes en la gran mayoría de los casos (15). Por lo tanto, prevaleció la calidad sobre la cantidad de la muestra.

2.2. Instrumentos

El principal instrumento del estudio fue un cuestionario en línea que constaba de 35 preguntas ordenadas según tres familias de variables:

- la primera parte identifica el profesional y define su perfil, en cuanto a motivaciones, formas de aprendizaje, y experiencia. Son preguntas tipo respuesta corta o de opciones múltiples.
- la segunda parte identifica las técnicas y características de materiales que utilizan de forma preponderante, principalmente a través de preguntas de opciones múltiples.
- la tercera parte recauda el tiempo (en minutos) que estiman requerir para una serie de actividades específicas a la construcción con bambú. Esas preguntas están divididas en dos grandes categorías: los trabajos efectuados en el piso y los trabajos realizados en altura, ya que estudios anteriores han demostrado que existía una gran diferencia de tiempo de trabajo entre ambas situaciones (10).

El cuestionario fue retroalimentado y validado por investigadores expertos en la temática (ver agradecimientos). Es importante recalcar que se realizaron adecuaciones en la terminología de las preguntas para adaptarse a las especificidades lingüísticas de cada país. Durante el proceso de la encuesta, un miembro del equipo de investigación respondió a eventuales dudas sobre el sentido de las mismas, ya que los participantes no suelen responder a este tipo de cuestionario.

Para el análisis de las encuestas, se utilizó el programa SPSS que generó resultados de tipo descriptivos y comparativos.

Adicionalmente, se empleó el método del Focus Group. Con los resultados de la encuesta, se determinó los cinco profesionales de ambos países con mayor experiencia para una sesión de preguntas durante la cual se recogió información sobre temas complementarios ligados a su forma de trabajar, su método para evaluar sus honorarios de mano de obra, sus técnicas para aumentar su productividad y sus aspiraciones de desarrollo e innovación en el sector de la construcción con bambú.

Por la pandemia, así como la lejanía geográfica entre los investigadores y encuestados, la mayor parte del trabajo se realizó de forma remota gracias a herramientas de comunicación digitales.

3. RESULTADOS

3.1. Resultados de la encuesta

3.1.1. Sobre el perfil de los profesionales

Los profesionales encuestados presentaron una experiencia promedio un poco superior a 12 años, similar entre los dos países, y varios reivindicaron más de 20 años construyendo con bambú. La suma de todas las obras con bambú que declararon haber efectuado en calidad de maestro responsable supera la cantidad de 700, con un promedio de 15 obras por maestro.

En cuanto a su aprendizaje, la gran mayoría de los profesionales se formaron gracias a otro maestro especializado, la casi totalidad en Ecuador y dos tercios en Perú. Un poco más de un tercio de ellos participaron en una escuela de formación o cursos puntuales sobre construcción con bambú, y un cuarto reivindica también un aprendizaje autodidacta con documentación encontrada en internet, manuales y experimentación personal.

A la pregunta sobre sus tres principales motivaciones en haberse especializado en la construcción con bambú, los resultados (figura 1) demuestran que han hecho esta elección porque consideran que el bambú es un material eco amigable y porque les gusta trabajar con este material. Es interesante notar que esas motivaciones, de carácter emocional o de conciencia ambiental, son superiores a razones de naturaleza económica (rentabilidad, alta demanda con poca competencia) o prácticas (practicidad o ligereza del material). Otro hallazgo importante es que casi ninguno consideró a la rapidez de construcción como una motivación, lo que sugiere que no está percibido como tal.

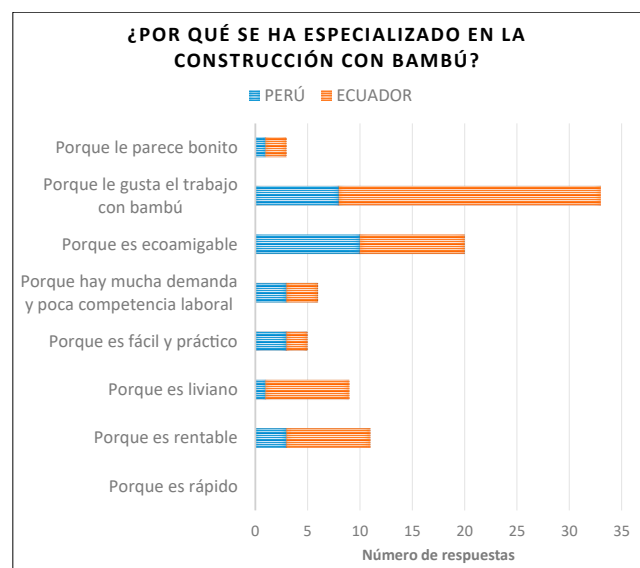


Figura 1. Motivaciones principales en haberse especializado en la construcción con bambú

En cuanto a la proporción de las obras con estructura de bambú que tienen la participación de un ingeniero o arquitecto en el diseño, la tendencia general es similar en ambos países, teniendo una mayoría de los expertos que declaran que ni la mitad de sus obras cuentan con la intervención de

esos profesionales, confirmando que una gran parte de la arquitectura con bambú se está construyendo informalmente y que los expertos en construcción se encargan regularmente de diseñar las edificaciones. Sin embargo, en la figura 2 que muestra la repartición exacta, se nota una mayor participación de un diseñador en Perú, con 31% de los encuestados que declaran que entre 50% y 75% de sus obras cuentan con la intervención de un arquitecto o un ingeniero para el diseño del proyecto y 15% indica que más de 75% de sus obras cuentan con la participación de un profesional para el diseño.

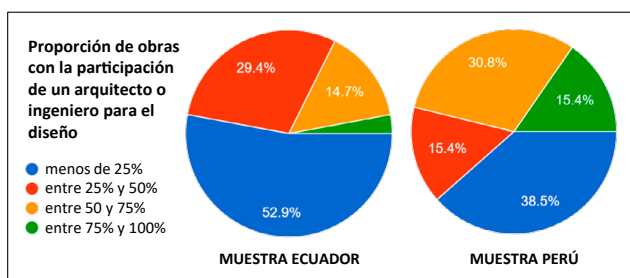


Figura 2. Proporción de las obras con la intervención de un arquitecto o ingeniero en el diseño

3.1.2. Sobre las técnicas empleadas

En la construcción con bambú, es primordial que la materia prima haya sido tratada contra los ataques de insectos, como lo estipulan las normas vigentes tanto en Perú como Ecuador. Por su relación efectividad costo, actualmente se usa esencialmente tratamientos químicos en base a boro (16). Si bien este requisito está lejos de cumplirse estrictamente, en la figura 3 se muestra que la mayoría de los expertos trabaja con material tratado en más de 75% de sus obras. De forma general aparece que el empleo del bambú tratado es significativamente mayor para los profesionales peruanos.

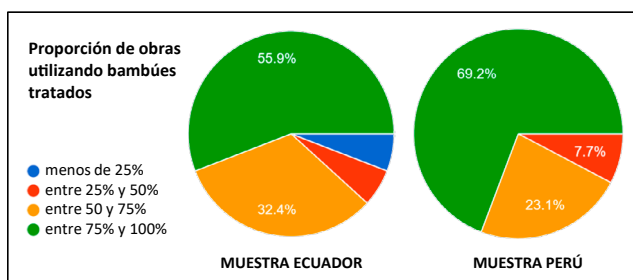


Figura 3. Proporción de las obras con bambú tratado

Otra de las características primordiales en la arquitectura de bambú es la protección por diseño a través del techo que busca evitar exponer el bambú al agua y los rayos del sol. (16, 17). El material de la cobertura determina el tipo de estructura que lo sostiene y da indicaciones sobre el lenguaje arquitectónico. Los expertos indicaron qué material utilizan mayormente. En los resultados mostrados en la figura 4, lo notorio es que, en ambos países, lo más empleado son los materiales “vegetales”, como las hojas de palma, la toquilla, u otras hojas. Luego siguen las coberturas tipo “calaminas”, de metal primero, y de plástico justo después. Las diferencias entre los dos países aparecen en las alternativas a esas coberturas mayormente empleadas: en Perú se observa el uso de la torta de cemento y de la teja asfáltica, mientras en Ecuador se menciona el uso del *tetrapak* reciclado. Estos resultados nos

muestran que las edificaciones de bambú son principalmente de carácter rústico, simbolizado por los techos de material vegetal, y por otro lado construcciones livianas y económicas, identificadas por las calaminas, una de las opciones de cobertura de menor costo.

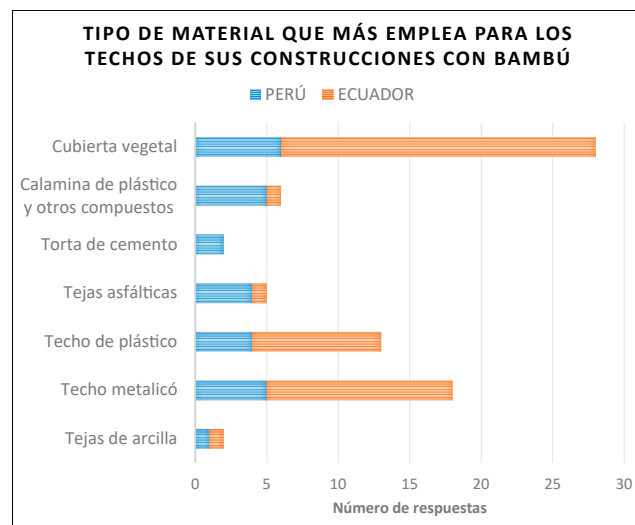


Figura 4. Materiales principales empleados para los techos de las construcciones con bambú

Una de las especificidades de la construcción con bambú son las uniones entre las cañas, que demandan cortes especiales como el “pico de flauta” o la “boca de pescado”, así como técnicas de fijación como el perno tensor, tarugos o amarres (17). Algunas de estas técnicas especiales están ilustradas en la figura 5.



Figura 5. Ilustración de procesos de uniones con bambú -
A: Diferentes herramientas para el corte tipo boca de Pescado,
B: Fijación con perno tensor (18)

Sin lugar a duda, el tipo de herramienta empleado para realizar cortes especiales es el aspecto para el cual las técnicas entre expertos ecuatorianos y peruano son diametralmente opuestas. Para los primeros, la casi totalidad emplea de forma exclusiva el formón (o “cuchilla de madera”), mientras todos los segundos optan por herramientas eléctricas, haciendo uso del formón o del arco de sierra solo como herramientas complementarias.

En cambio, para las técnicas de fijación, más de 90% de los expertos de ambos países concuerdan que emplean mayormente las varillas roscadas metálicas. Dentro de los menos de 10% restantes, se reparte el uso de tarugos de bambú o de madera, de cabos o cuerdas y de tornillos. En el caso especí-

fico de las conexiones de las uniones con un pico de flauta, existe de nuevo una gran diferencia de técnicas en cada lado de la frontera. Mientras la casi totalidad de los expertos ecuatorianos privilegian el perno pasante sencillo, en Perú aproximadamente la mitad utilizan esta técnica y la otra mitad el perno tensor con gancho.

Para el revestimiento de paredes o elementos horizontales, se suele emplear paneles de cañas abiertas, usualmente llamados esterillas en Ecuador, y caña chancada en Perú. Para su colocación, se observa una disparidad significativa entre los profesionales. Si bien la técnica de clavar directamente la caña chancada sobre los bambúes estructurales es la más empleada (casi 8 de 10 expertos ecuatorianos), se observa el uso notable del clavado sobre listones de madera, especialmente en Perú, como se observa en la figura 6. Muy pocos profesionales emplean el alambre entre los clavos que permite reducir el número de perforación en el bambú.

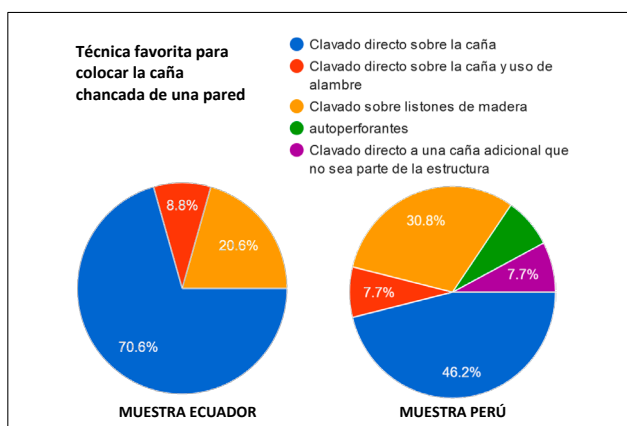


Figura 6. Técnicas favoritas para colocar caña chancada en una pared

En cuanto a las herramientas utilizadas para el clavado de la caña chancada, ha surgido el martillo neumático para reemplazar el tradicional martillo manual. La mayoría de los expertos lo emplean en menos de 25% de sus obras, sin embargo, en Ecuador, donde se observa un mayor uso, un tercio de los profesionales indican que lo utilizan en más de 25% de sus obras.

3.1.3. Sobre las percepciones de rendimientos

En la encuesta, cada experto definió el tiempo que piensa necesitar para realizar una serie de acciones involucradas en la realización de uniones con bambú, distinguiendo si dicha acción la realiza el mismo en el piso (en una configuración de prefabricación de componentes) o si la realiza en altura con el apoyo de un ayudante (configuración de andamios). Los resultados, presentados en la Tabla 1, se organizan de la siguiente manera: para cada acción específica, se presenta la media recortada a 5% de la muestra de expertos de cada país, así como la media recortada de la población total de encuestados (46 personas). Además, se presenta el tiempo mínimo y máximo expresado, y la desviación estándar de la muestra total, tres valores claves para evaluar el grado de confiabilidad de la información brindada por los expertos.

El análisis de dichos resultados identifica varias tendencias que son interesante de comparar a tiempos reales cronometrados en estudios:

- Para todas las acciones ligadas al corte y fijación de uniones con pernos, los expertos estiman que realizarla en altura toma aproximadamente el doble de tiempo que en el piso.
- Sumando el proceso de corte y fijación, el promedio de tiempo estimado por los expertos para realizar en el piso una unión con boca de pescado es de 9 minutos, mientras es de 11 minutos para una unión con pico de flauta. En un estudio que cronometró dichas acciones realizadas por un experto peruano, se comprobó que se requería 12.5 min y 16 min respectivamente (10), demostrando que los expertos tienden a sobrevalorar su velocidad.
- La desviación estándar de las respuestas es significativamente mayor en el caso de las acciones realizadas en altura, mostrando un menor control o homogeneidad en los tiempos necesarios para ello. Por ejemplo, los expertos consideran que se demoran 11 minutos para fijar una caña con boca de pescado mientras estudios cronometrados arrojan un promedio neto de 19 minutos (11).
- Para colocar un perno pasante, la unión más sencilla y común entre dos bambúes, los expertos estiman en promedio demorarse 4 minutos en el piso y 7 minutos en altura. En el piso el tiempo cronometrado fue de 4.5 minutos (10).
- En la construcción con bambú se requiere un relleno con mortero del interior de los canutos de las cañas en las bases de las columnas y en uniones solicitadas a esfuerzos de aplastamiento o corte. Para realizar este relleno en la base de una columna (en general entre 40 y 50cm de altura), los expertos estiman demorarse 8 minutos mientras son 11 minutos por canutos en altura. Este tiempo contempla la perforación del bambú, pero no la preparación de la mezcla. En cuanto al cemento necesario, el promedio indicado por los expertos es que una bolsa de cemento permite rellenar 23 canutos, con una desviación estándar alta de 15.7 (Tabla 2). Estas estimaciones son muy alejadas del análisis de costos realizado por S. Vera (9) que contabiliza que una bolsa de cemento permite rellenar solo 6 canutos y que un peón se demora 15 minutos por canutos.
- Otro aspecto importante es la superficie de caña chancada que un obrero instala en un día sobre una estructura de bambú (Tabla 3). Como visto anteriormente, existen dos técnicas principales para el clavado: con martillo manual o con martillo neumático. Con el primero, las estimaciones de rendimiento difieren muy significativamente: 40 m² en Perú y 82 m² en Ecuador. Aun así, llama la atención que estos rendimientos son más de 10 veces superiores a los que presenta Chinchayan en su análisis de costos (11), lo que muestra lo distante que puede existir entre la práctica y estudios teóricos actuales. Para el clavado con martillo neumático, los resultados de los peruanos carecen de validez ya que casi ninguno lo utiliza. Por parte de los ecuatorianos, estiman que el martillo neumático les permite casi duplicar su rendimiento, estimando un promedio de 156 m² por hombre por día.

3.2. Resultados del focus group

Para cada país, las tendencias de las respuestas del Focus group están detalladas en la tabla 4 y los hallazgos se sintetizan a continuación.

Tabla 1. Percepción de rendimiento de varios procesos de uniones

Tiempo en minutos para realizar la acción		Muestra Ecuador 33 expertos	Muestra Perú 13 expertos	Muestra Total 46 expertos			
Acción		Media recortada 5%	Media recortada 5%	Media recortada 5%	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Hacer el corte en boca de pescado	piso	3.7	4.83	3.95	1	15	2.97
	altura	9.5	13.14	10.56	3	30	6.62
Fijar un bambú con boca de pescado	piso	4.71	4.83	4.94	1	20	3.77
	altura	10.49	11.87	10.81	2	35	7.39
Hacer el corte pico de flauta a 45°	piso	4.77	7.98	5.54	1	25	4.48
	altura	11.52	16.51	12.92	3	30	7.4
Fijar un bambú con pico de flauta a 45°	piso	5.88	6.14	5.91	1	30	6.98
	altura	8.32	13.4	9.58	2	35	6.77
Fijar 2 bambúes con perno pasante	piso	3.52	5	3.95	1	15	3.46
	altura	6.43	8.61	7.01	2	35	6.77
Llenar canutos de bambú con mortero (no incluye preparación mezcla)	base columna	6.24	13.31	7.98	1	45	8.22
	canutos en altura	9.63	14.97	10.95	3	50	8.82

Tabla 2. Percepción de rendimiento de una bolsa de cemento para el relleno de canutos con mortero

Cantidad de canutos (aprox) que se pueden rellenar con una bolsa de cemento	Muestra Ecuador 33 expertos	Muestra Perú 13 expertos	Muestra Total 46 expertos			
	Media recortada 5%	Media recortada 5%	Media recortada 5%	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Cantidad de canutos	20.45	35.14	23.47	15	100	15.7

Tabla 3. Percepción de rendimiento de instalación de caña chancada

Cantidad de m² de caña chancada instalada por 1 hombre/día	Muestra Ecuador 33 expertos	Muestra Perú 13 expertos	Muestra Total 46 expertos			
Herramienta	Media recortada 5%	Media recortada 5%	Media recortada 5%	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Con martillo manual	82.22	40.19	73.54	15	200	52.07
Con martillo Neumático	156.32	70.31*	139.45	15	300	74.52

*Solo 7 expertos peruanos dieron una respuesta ya que muy pocos utilizan esta herramienta

3.2.1. Sobre el bambú

Los expertos con mayor experiencia señalan que sus obras actuales de edificaciones perennes utilizan exclusivamente bambúes tratados y que avisan a sus clientes de su carácter obligatorio para garantizar la durabilidad de la edificación. Indican que los casos en los cuales emplean bambúes no tratados son para construcciones temporales o cercos. En Ecuador, también los utilizan para los andamios que no se suelen emplear en Perú.

En cuanto a su forma de utilizar los restos y mermas de los bambúes rollizos y chancados, existen varias tendencias. En Perú, generalmente dejan los restos de bambú a los dueños de la obra quienes tratan de sacarle provecho como componentes de paisajismo en sus jardines. En algunos casos, los constructores se llevan unos trozos para realizar artesanía.

De la misma manera, los expertos ecuatorianos que hacen artesanía la llevan a su taller, los otros tratan de sacarle provecho en latillas en la misma obra y desechan o queman lo restante. Ninguno lo vende o lo transforma en carbón.

3.2.2. Sobre la organización de los equipos de trabajo y costos de mano de obra

De forma general, los expertos de ambos países coinciden en la obligación de acompañar cada maestro experto con un ayudante que tenga conocimientos relativamente avanzados en la construcción con bambú. Unos optan también por incorporar en su equipo a peones u oficiales para servir a uno o dos de esos binomios. Esta práctica es particularmente común en Ecuador en los cuales los equipos son generalmente compuestos por 6 a 12 obreros, un número notablemente superior a los equipos peruanos que suelen trabajar con cuadrillas de

4 a 6 obreros únicamente. En cuanto al costo de los obreros (ver tabla 4), se nota una mayor homogeneidad en el mercado ecuatoriano que en el mercado peruano, el cual presenta una variabilidad bastante alta entre los profesionales de distintas regiones, siendo los trabajadores de la costa los que manejan sueldos más altos.

En cuanto a la evaluación de los costos de su mano de obra, la tendencia de los expertos peruanos con mayor experiencia

es utilizar rangos de precio por metro cuadrado de superficie construida que definen en función a la complejidad global del proyecto. Mientras en Ecuador los expertos suelen evaluar el tiempo que van a requerir las principales etapas de la obra y multiplican este tiempo por el costo semanal de la cuadrilla que van a emplear. Ningún experto plantea el uso de la cantidad de bambúes o metros lineales de cana necesaria en la obra como un método para calcular tiempos o precio de mano de obra.

Tabla 4. Resultados del Focus group

Preguntas	Tendencias expertos de Perú	Tendencias expertos de Ecuador
¿Cuáles son las razones por las cuales no utilizan bambú inmunizado en sus obras?	Se informa siempre al cliente de la importancia de inmunizar el bambú. Sin embargo, unos optan por utilizar cañas no inmunizadas cuando se trata de obras temporales, cercos, o talleres de capacitación.	Todos los expertos consultados utilizan actualmente bambú tratado para sus obras. Sin embargo, unos optan por utilizar cañas no inmunizadas cuando se trata de obras temporales y andamios.
Después de una construcción, ¿Qué hacen con las mermas de bambú rollizo y chancado?	La mayoría señala no llevarse las mermas por la distancia de la obra, dejándolas a los dueños que suelen utilizarlas para cercos o elementos decorativos de jardín (como macetas). Los expertos que realizan artesanías se llevan material si la obra está cerca de su casa.	Señalan que tratan de utilizar la mayor parte de la merma en la obra como latillas para puertas, muebles o cerramientos. Lo sobrante es desechado o quemado. Los que se dedican también a la artesanía se llevan la merma a su taller.
Desde su experiencia, ¿Cuáles son las cuadrillas óptimas para trabajar con bambú? Desglose su costo diario.	Las respuestas dadas van de 4 a 6 personas. Asimismo, señalan que cada experto debe trabajar con un ayudante. Los costos varían bastante según las regiones. Costos diarios: - maestro: entre S/. 80 y S/.150 - ayudantes: entre S/. 50 y S/.90 - peón: entre S/. 40 y S/50	Señalan que suelen trabajar con un mínimo de 6 personas y un máximo de 12. Asimismo, señalan que cada maestro necesita trabajar con un ayudante y que los oficiales pueden servir a varios equipos. Costos diarios: - maestro: promedio de \$45 - ayudantes: entre \$25 y \$30 - oficial: promedio de \$20
¿Cómo evalúan sus honorarios? ¿Qué método suelen utilizar en función al tipo de obra?	La mayoría los evalúa por área construida con el promedio de S/. 350 soles/m ² para viviendas y S/.250/m ² para estructuras livianas como coberturas (sin IGV). Adaptan esos precios en función a la complejidad global del proyecto y su lejanía. Los con menos experiencia estiman los tiempos en dos partidas globales: el esqueleto estructural y los revestimientos.	En general, evalúan la cantidad de personal necesaria en función al diseño y luego calculan el tiempo requerido para las distintas etapas del proyecto. Cuando emplean la prefabricación, se divide los costos del equipo de prefabricación (en base a las uniones) y del equipo de montaje in situ (evaluando el tiempo de colocación de cada componente)
Para la construcción del casco estructural de bambú, cual es la proporción de tiempo dedicado al desarrollo de acciones en el piso (trabajos previos y procesos de prefabricación) versus el trabajo in situ	En promedio, consideran que pasan 30% de su tiempo en trabajos de prefabricación en el piso y 70% in situ para el casco estructural. Los mayores tienden a privilegiar la colocación directa de las cañas en su sitio (únicamente 20% de su tiempo en el piso), mientras los más jóvenes están optando más por la prefabricación (hasta 40% del tiempo de la obra en el piso)	Por costumbre o porque el suelo tiene pendiente pronunciado, generalmente no trabajan con procesos de prefabricación y dedican solo 20% del tiempo en el piso para construir el casco estructural. Sin embargo, hay maestros que adoptaron la prefabricación (hasta en taller) para proyectos repetitivos de vivienda social y estructuras de cerchas para los cuales el tiempo de prefabricación supera el de montaje in situ. (60%-40%)
¿Cuáles son las acciones que suelen realizar en el piso?	Principalmente, la habilitación de las cañas, paneles y pórticos. Unos expertos solo realizan la habilitación de los bambúes en el piso y realizan todo el resto del trabajo in situ. Ninguno realiza acabados en el piso.	Principalmente, la habilitación de las cañas y eventualmente vigas compuestas, cerchas y piezas curvas. Los que optaron por procesos de prefabricación realizan además paneles, pórticos, revestimiento de las cañas y hasta sellado de las extremidades de cañas que lo requieran.
¿Cuáles son las técnicas y prácticas que han ido implementando en su trabajo para aumentar su productividad?	La mayoría señala el empleo de herramientas o técnicas puntuales que aceleran unos procesos como el doblado de las varillas. Asimismo, unos hacen énfasis en la preparación previa de los obreros y de especializarlos según sus habilidades.	Coinciden en la importancia de contar con un equipo de especialistas entrenados para trabajar juntos y de invertir tiempo en la explicación detallada del proyecto a todos antes de empezar. Unos realizan ellos mismos la selección de los bambúes para asegurar la calidad de su materia prima. La mayoría alude al empleo de herramientas eléctricas.
¿Cuáles son las herramientas que permiten aumentar su rendimiento?	La mayoría indican la caladora, amoladora, e ingletadora. Uno mencionó la sierra eléctrica. La mayoría está incorporando el uso de herramientas inalámbricas que consideran más ágiles y seguras.	La mayoría señala a la caladora para los cortes especiales y el compresor neumático (para martillo neumático y revestimientos). Indican que las herramientas inalámbricas son una buena inversión por ser más prácticas y seguras, particularmente en zonas con mucha lluvia.
¿Suelen incorporar conectores especiales en sus obras? ¿Por qué?	No suelen utilizarlos salvo que el diseño lo indique, lo que es muy escaso. Uno indica emplear platinas metálicas para unir los bambúes en la zona de cumbre. Para las obras cerca del mar, evitan las piezas metálicas y tratan de utilizar tuercas y arandelas de acero inoxidable.	No los utilizan. A parte de los pernos, evitan las piezas metálicas por las condiciones de alta humedad y tratan de utilizar tuercas de acero inoxidable para disminuir los problemas de corrosión. Indican que los conectores especiales tienden a generar un sobre costo. Unos expertos emplean tarugos de bambú o madera.
¿Qué tipo de innovación consideran sería de mayor utilidad en la construcción con bambú? ¿Qué aspectos requieren de mayor enfoque?	La mayoría muestra interés en el empleo de las latillas de bambú para construir estructuras con curvas. Unos mencionan también la necesidad de poder contar con paneles aglomerados para revestimientos, así como el desarrollo de procesos de prefabricación en base a componentes de bambú.	La mayoría muestra interés en capacitarse y desarrollar productos de artesanía y muebles. Para la construcción se menciona la necesidad de desarrollar nuevas soluciones para el recubrimiento de los techos, así como mejorar las técnicas de manejo de guaduales para contar con una materia prima con mejores estándares de calidad.

3.2.3. Sobre sus procesos y prácticas para mejorar la productividad

Previo al montaje siempre se tiene que empezar por la selección y corte de las cañas a buena dimensión. Ese trabajo inicial realizado en el piso puede ser acompañado de otras tareas de prefabricación, especialmente porque el bambú es muy ligero, permitiendo fabricar y manipular componentes relativamente grandes (19). Por lo tanto, se puede descomponer las partidas de la construcción de un esqueleto estructural de bambú en dos grandes fases: el trabajo de preparación y prefabricación en el piso (o en un taller), y el trabajo de colocación y montaje in situ. Se pidió a los expertos que indiquen la proporción de tiempo que dedican para cada una de esas fases en sus obras. De forma general, los expertos peruanos privilegian un poco más los procesos de prefabricación comparado a los expertos ecuatorianos. Sin embargo, se notan otras tendencias generales: los maestros que han aprendido a construir desde hace muchos años y que tienen una alta productividad en realizar cortes especiales tienden a trabajar todo in situ, mientras los maestros más jóvenes suelen emplear más la prefabricación, en particular para cerchas o pórticos, y eventualmente paneles de pared. El factor del tipo de proyectos influye también mucho en el empleo de la prefabricación: lógicamente, los maestros recurren a ella para proyectos de carácter repetitivos como grupos de viviendas sociales o con componentes estándares como galpones, mientras recurren a la construcción in situ para los proyectos de carácter único de pequeña o mediana escala. Más bien, expertos ecuatorianos destacan la flexibilidad que les ofrece este método para trabajar en terrenos con pendientes y de difícil acceso para los cuales la versatilidad de los andamios de bambú se vuelven también una ventaja comparado a los andamios metálicos de dimensión estándar.

En cuanto a los conectores, la tendencia general en ambos países es el empleo masivo de los pernos de acero galvanizado. Sin embargo, destacan la debilidad de dichos conectores frente a la corrosión, por lo cual unos expertos recomiendan el uso de tuercas de acero inoxidable y el revestimiento con productos de protección. En Ecuador, unos también recurren a la utilización de tarugos de madera o bambú, especialmente en las zonas susceptibles de ser tocadas por los usuarios (las barandas, por ejemplo). Considerados como costosos, el uso de conectores especiales resulta marginal, apareciendo únicamente si el diseñador lo exige.

Para mejorar sus rendimientos, la mayoría insiste que el factor más determinante es la calidad de la mano de obra. Sin embargo, varios resaltan la importancia de invertir tiempo al inicio de las jornadas de trabajo para explicar con detalle lo que se va a realizar a cada uno de los obreros, asegurando un trabajo más efectivo y una reducción de errores. Los que manejan equipos relativamente grandes también recurren a la especialización de sus obreros en tareas específicas.

En cuanto a equipamientos y herramientas, la gran mayoría coincide que además del taladro y las obligatorias herramientas manuales, la ingletadora, la amoladora y la caladora permiten acelerar los procesos. Todos coinciden también que las herramientas inalámbricas constituyen una buena inversión que permite aumentar la productividad y mejorar la seguridad de la obra. Por otro lado, la mayoría de los expertos ecuatorianos se han equipado de compresores neumáticos para el clavado de las cañas chancadas y los trabajos de pintura y revestimientos.

3.2.4. Aspiraciones para innovar y mejorar los procesos en la construcción

Curiosamente, varios expertos ecuatorianos no emitieron propuestas concretas para mejorar los procesos de construcción en sí, sino que formularon su intención de sacar un mejor provecho de los restos de bambú de las obras para fines artesanales y fabricación de muebles u objetos. Aspiran a tener su propio taller de transformación y se nota el gran respeto que le tienen al material, así como el gusto de trabajarlo con sus manos. Generalmente se sienten satisfechos con su *modus operandi* y la calidad de sus obreros. Un tema de preocupación señalado es mejorar la calidad de la materia prima, a través la difusión de buenas prácticas silviculturales. Por otro lado, se planteó la necesidad de desarrollar alternativas al manto asfáltico, fibras vegetales o calaminas para las coberturas con nuevas soluciones y materiales que permitan aislar mejor del calor, ser de bajo peso, alta durabilidad y estéticamente atractivos, a un precio competitivo.

En cambio, los expertos peruanos señalan una cierta dificultad en contar con maestros y ayudantes calificados. Muchos perciben que el empleo de las latillas de bambú en la construcción es un campo interesante de exploración y desarrollo. También resaltan la necesidad de crear componentes prefabricados en base a bambú, así como paneles.

4. CONCLUSIONES

4.1. Un sector marginal de apasionados en vía de consolidación

A la escala de Ecuador y Perú, el sector de la construcción con bambú cuenta con muy pocos obreros especializados (menos de 200 durante el estudio), sobre todo peruanos. Es una población exclusivamente masculina y la mayoría de ellos son autodidactas, habiéndose formado principalmente trabajando con otros maestros. Valorizan y se enorgullecen del carácter artesanal de su trabajo con el bambú, un material al cual reconocen numerosas bondades y en particular sus ventajas ambientales.

Suelen trabajar de forma independiente, en pequeños equipos, ya que la mayoría de sus proyectos son de pequeña o mediana escala. Mientras los mejores expertos ecuatorianos se dedican de forma casi exclusiva a construcciones con bambú, varios en Perú tienen que complementar su actividad con otras técnicas constructivas.

Persiste un gran nivel de informalidad caracterizada por la ausencia de arquitectos o ingenieros en la mayoría de los proyectos construidos, dejando la responsabilidad del diseño a los maestros a cargo. Por otro lado, aunque la tendencia es emplear bambúes tratados, todavía existen expertos que realizan obras con bambúes sin tratamiento, particularmente en Ecuador (pero principalmente en estructuras temporales). El hecho que los principales materiales de cobertura empleados son fibras vegetales y calaminas indican también que las construcciones de bambú siguen principalmente asociadas a la arquitectura rústica, turística y de bajo costo.

A pesar de ello, el creciente mercado de la arquitectura con bambú, que demanda un alto nivel de especialización de la mano de obra, empodera a los expertos establecidos y les abre

oportunidades de desarrollo. Este crecimiento del sector está acompañado de una mejoría continua de la oferta de materia prima en Perú y de cursos de especialización y certificaciones en Ecuador donde la *Escuela Taller Construcciones Sostenibles con Bambú* se propone formar setenta obreros por año.

4.2. Dos países, dos escuelas

A la luz del análisis sobre la forma de trabajar de los expertos, aparece una mayor homogeneidad en el grupo de profesionales de Ecuador en cuanto a las técnicas constructivas que emplean. Se podría decir que la “escuela” ecuatoriana está más marcada, mientras en Perú existe una mayor heterogeneidad en las técnicas y perfiles de profesionales más variados.

Las diferencias que más llaman la atención entre los dos países son:

- en Ecuador se sigue privilegiando el formón mientras en Perú se usa la amoladora o la caladora para la realización de los cortes especiales
- el escaso empleo del martillo neumático en Perú mientras se está imponiendo en Ecuador.
- los equipos de trabajo son más grandes en Ecuador donde existe también una mayor cantidad de obreros especialistas.
- El uso de andamios de bambú en Ecuador y de metal en Perú.

De forma general, se nota que existen varias formas de trabajar con el mismo material en función a las localidades, sugiriendo que existen factores culturales y sociales que se suman a las especificidades físicas y climáticas de cada lugar.

A pesar de esas diferencias se nota unas tendencias comunes:

- uso de la ingletadora, caladora y amoladora
- adopción de herramientas inalámbricas para aumentar la productividad
- uso de pernos galvanizados como principal método de fijación y adopción de medidas para protegerlos de la corrosión
- uso masivo de las técnicas tradicional de corte y la casi ausencia del empleo de conectores especiales
- cuadrillas de trabajo que suelen estar compuestas de binomios de un experto con un ayudante con buenos conocimientos, eventualmente acompañado por un peón.
- si bien unos expertos están empezando a utilizar la prefabricación en sus obras, su empleo sigue siendo marginal.
- los expertos responsables de obras concuerdan que lo más importante para aumentar su productividad es la calidad de su mano de obra, invertir tiempo en explicarles con detalles el proyecto, y especializarlos según sus aptitudes.

4.3. Una evaluación de costos basada en la experiencia del experto

De forma general, los tiempos que los expertos estiman que necesitan para realizar tareas específicas con bambú tienden a ser menores a la realidad y presentan una variabilidad alta; pudiendo explicarse por una disparidad de velocidad entre ellos, así como una mala evaluación de sus tiempos. A pesar de ello, queda claro que los tiempos para realizar uniones es

muy variable y que la mayoría de expertos concuerdan que se demoran el doble para realizarlas en altura comparado al piso, confirmando resultados de estudios anteriores (10).

Por la baja confiabilidad actual de dichos rendimientos, se entiende que los expertos no los utilizan para calcular los tiempos y costos de obra, favoreciendo el uso de su propia experiencia para estimar las tareas globales que logra su equipo en un día. Muchos expertos peruanos hasta calculan el monto de su mano de obra basándose en la superficie construida global, sin desglosar partidas. En cualquier de los casos, esas prácticas son complejas de compatibilizar con la metodología APU (análisis de precio unitario) que busca desglosar con detalle cada partida uniendo materiales con mano de obra bajo una sola unidad de medición común.

Por ejemplo, ¿cómo acercarse a tiempos reales tomando como unidad de referencia los metros lineales de bambú, como sugerido en una publicación (9), si realizar dos uniones a una pieza de bambú de 1m toma el mismo tiempo que a una pieza de 4m, y que, al contrario, unas uniones requieren el cuádruple de tiempo que otra? ¿Por otro lado, cómo organizar y dividir esas partidas para acercarse lo más posible a los costos reales y a la vez ser compatible con la forma de trabajar de los expertos? El valioso trabajo de Chinchayan (11), que analiza más de 50 actividades, aterriza en partidas muy diferentes a la propuesta de Vera (9), y ninguna de las dos necesariamente se adecua a la variedad de obras con bambú ni distingue claramente el trabajo realizado en el piso del trabajo in situ, aunque el presente estudio demuestra la gran diferencia de rendimientos entre ambos.

En base a ello y buscando un equilibrio entre practicidad, versatilidad y confiabilidad, se sugiere y pone a discusión un esquema de partidas en la figura 7.

4.4. Proyecciones y necesidades

Si bien el presente estudio permite tener un panorama más claro sobre su mano de obra especializada, pone a la luz una serie de necesidades para mejorar los procesos ligados a la construcción con bambú en Ecuador y Perú:

- Determinar y analizar los factores socio-culturales, económicos, políticos que influyen la adopción de determinadas técnicas constructivas. En particular, estudiar el impacto de las normas promulgadas recientemente en ambos países.
- Saliendo de lógicas vinculadas a otros materiales, realizar estudios de análisis de costos de una serie de partidas y ponerlos a prueba de la realidad para ir asentando una metodología de metrado presupuesto común.
- Preparar una mayor cantidad de especialistas y capacitar a los expertos establecidos para ampliar su capacidad de uso del material y mejorar sus procesos, en particular gracias a la transferencia de conocimientos entre ellos.
- Realizar estudios comparativos de rendimiento con o sin la prefabricación.
- Desarrollar soluciones constructivas innovadoras para coberturas y paneles verticales.
- Desarrollar y difundir técnicas constructivas ligadas al empleo de latillas de bambú.
- Desarrollar soluciones para emplear los residuos de bambú de las obras.

NOTA: Los colores indican partidas similares entre los tres métodos de desglose de partidas

REFERENCIAS DE PARTIDAS

Partidas elaboradas por Chinchayán, L. (2016). *Aportes de mano de obra y materiales, para la creación de partidas en la construcción con bambú*. (Perú) (11)

Partidas de construcción con GA (<i>Gadua angustifolia</i>)	Unidad
Preservación química (inmersión con pentaborato)	m
Cortes rectos a medida de los bambúes	Piezas
Cortes especiales e instalación de la Columna de GA	Und.
Anclaje de unión de Viga Principal-Columna de GA	Und.
Anclaje de unión de Viga Simple-Columna de GA	Und.
Habilitación y fijación de GA con 2 cortes boca de pescado	Und.
Pared con latillas de GA tipo 1 con malla hexagonal	m ²
Pared con latillas de GA tipo 2	m ²
Tarrajeo en exteriores sobre pared de bambú	m ²

Partidas elaboradas por Vera, S. (2021). *Análisis de costos unitarios de componentes estructurales y componentes complementarios de construcciones en bambú - metodología APU* (Ecuador) (9)

Partidas de construcción con (<i>Gadua angustifolia kunth</i>)	Unidad
Estructura provisional de andamios de bambú no preservado	m ²
Parales de bambú Gak en columnas simples, paneles y marcos de ventanas	m
Vigas simples de bambú Gak	m
Contretes o diagonales de bambú	m
Entramado de bambú Gak en cuerdas de cubiertas	m ²
Mortero a / c 2-1 en nudos críticos y anclajes	Und.
Sellado de canutos a / c 3-1, empastado y pintado	Und.
Paredes caña picada vista una cara, con malla hexagonal	m ²
Enlucido vertical	m ²

PROPUESTA DE PARTIDAS DEL ESTUDIO

Partida	Unidad	Cuadrilla	Observación
PREPARACIÓN Y PREFABRICACIÓN DE COMPONENTES DE BAMBÚ - cuadrilla de 2 maestros + 2 ayudantes + 1 peón			
Habilitación de los bambúes preservados (especificar la especie)	Und. de cañas	1 ayudante + 1 peón	Selección, medición y corte recto. Esta partida permite reunir y costear todas las cañas de la obra y evitar desagregarlas.
Trazado de componentes	Und. de piezas	1 maestro + 1 ayudante	Preparación de las plantillas de cada componente diferente. El tiempo será en función de la suma de piezas de cada componente.
Prefabricación de componentes	Und. de uniones	2 maestro + 2 ayudante + 1 peón	Esta partida permite incluir los materiales necesarios a las uniones. El rendimiento será definido en función al tipo y cantidad de uniones. Se puede generar varias partidas según los componentes.
Sellado de canutos en el piso	Und. de canutos	1 ayudante + 1 peón	El costo va a depender principalmente de los materiales que se van a utilizar para el sellado.
Revestimiento con caña chancada	m²		Se utilizará cuando la caña se coloque en un proceso de prefabricación.
Revestimiento de los componentes de bambú	m² de bambú		El costo va a depender principalmente del producto y el tipo de aplicación.
MONTAJE ESQUELETO DE BAMBÚ - cuadrilla de 2 maestros + 2 ayudantes + 1 peón			
Estructura provisional de andamios de bambú no preservado	m² de andamios	2 maestro + 2 ayudante+ 1 peón	Se podría eventualmente utilizar “cuerpo de andamio” como unidad sobre todo en Perú que suele utilizarla.
Montaje de componentes prefabricados	Und. de unión		Se puede crear varias partidas en función a los componentes y la necesidad o no de recurrir a equipamientos especiales.
Montaje de cañas simples con pernos pasantes	Und. de unión		Se incluirá los materiales de las uniones y utilizará rendimientos de pernos pasantes en altura.
Montaje de cañas con cortes especiales	Und. de unión		Se incluirá los materiales de las uniones y utilizará rendimientos de uniones con cortes especiales en altura.
Uniones por empalme de bambúes	Und. de unión		Principalmente se emplea para las correas de las cubiertas. Se tiene que definir el material y fijaciones que se van a emplear.
Montaje de esqueleto de paredes in situ	m²		Se utilizaría para las obras en las cuales los maestros manejan este proceso constructivo.
Relleno de canutos con mortero	Und. de canuto	1 ayudante + 1 peón	Se incluirá el material necesario a la mezcla.
REVESTIMIENTOS EN BASE A BAMBÚ Y ACABADOS - cuadrilla de 1 maestro + 1 ayudante + 1 peón			
Sellado y acabado de extremidades de bambú	Und. de extremidades	1 ayudante + 1 peón	El costo dependerá del material empleado y tipo de acabado.
Revestimiento con caña chancada	m²	1 ayudante + 1 peón	Se incluye la caña chancada y los clavos. Esta partida va a depender de la técnica de clavado empleada (manual o martillo neumático).
Revestimiento con malla	m²		El costo va a depender del tipo de malla y de la herramienta usada
Revestimiento del bambú	m² de bambú	1 ayudante + 1 peón	El costo va a depender principalmente del producto y el tipo de aplicación.
Revestimiento de piezas metálicas	Und. de piezas	1 ayudante + 1 peón	Costear los productos anticorrosivos y de acabado.
Enlucido sobre caña chancada	m²	1 maestro + 1 ayudante + 1 peón	Esta partida puede ser también colocada en los enlucidos del proyecto y va a depender del tipo de material y su espesor.

Figura 7. Esquema de la propuesta de organización de partidas ligadas a la construcción con bambú

AGRADECIMIENTOS

A los maestros expertos en construcción con bambú de Ecuador y Perú por compartir su experiencia.

A los arquitectos e investigadores Robinson Vega Jaramillo y Daniela Cadena por sus aportes y retroalimentación en la construcción del cuestionario y del focus group.

A Julia Otilia Sagastegui Cruz de del Castillo por sus aportes metodológicos en la redacción del artículo.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los/as autores/as de este artículo declaran no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Yann Barnet: Conceptualización, Metodología, Investigación, Análisis formal, Administración de proyecto, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Faouzi Jabrane: Conceptualización, Metodología, Investigación, Redacción – revisión y edición.

Arantxazú Flores Flores: Investigación, Análisis formal, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Fabian Moreno Ortiz: Conceptualización, Metodología, Investigación, Redacción – revisión y edición.

REFERENCIAS

- (1) Organización Internacional del Bambú y el Ratán (21 de enero de 2020). *El bambú para combatir el cambio climático: 5 maneras de cómo usarlo*. Recuperado de <https://www.inbar.int/es/el-bambu-para-combatir-el-cambio-climatico-5-maneras-de-como-usarlo/>
- (2) Flores, U., Valerdi, H. y Barnard, R. (2022). *El bambú, una Alternativa para la Construcción y Absorción de CO₂ en la Arquitectura. Estudios de arquitectura bioclimática*. Revista Anual de Investigación en Diseño, 16(1), 25-45. Recuperado de <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/8717>
- (3) Universidad de San Martín de Porres (USMP, 2022). *El Séptimo Simposio del Bambú y la Guadua & La Semana del Bambú Lima 2022*. USMP - Fondo Editorial. Recuperado de https://usmppe-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/ivuc_usmp_pe/EQITv1kL41dCiBMi9wJGk2MBwi-nONkdbtOQ6-Qi6vNDEA
- (4) Guerra, B. (2021). *Análisis del ciclo de vida de una vivienda unifamiliar de bambú* (Tesis de grado), Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/182924>
- (5) Ministerio de Vivienda, Saneamiento y Construcción (2012). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. (Norma núm.100). Lima, autor. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- (6) Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2017). Norma Ecuatoriana de la Construcción. Estructuras de Guadúa (GaK) (NEC-SE-GUADÚA). Ecuador, Autor. Recuperado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>
- (7) Organización Internacional del Bambú y el Ratán, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador y Mapa sectorial del bambú de Ecuador (2018). *Ecuador: Estrategia Nacional del Bambú*. Recuperado de <https://bambu.com.ec/project/estrategia-nacional-del-bambu-2018-2022/>
- (8) Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2022). *Estrategia Nacional para el Desarrollo del Bambú (PROBAMBU) 2022-2025*. Lima, Autor. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/serfor/informes-publicaciones/3728305-estrategia-nacional-para-el-desarrollo-del-bambu-probambu-2022-2025>
- (9) Vera, S. (2021). Análisis de costos unitarios de componentes estructurales y componentes complementarios de construcciones en bambú - metodología APU (análisis de precio unitario). Ecuador, COPADE, CEFOVE-FSC Ecuador, INBAR.
- (10) Barnet, Y., Jabrane, F., Chumbimune, C. (2020). *Descripción y análisis de costos de uniones convencionales y de innovación en la construcción con bambú rollizo*. Campus, 30, 251-268 <https://doi.org/10.24265/campus.2020.v25n30.04>.
- (11) Chinchayán, L. (2016). *Aportes de mano de obra y materiales, para la creación de partidas en la construcción con bambú*. (tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2049>.
- (12) INBAR, IVUC USMP (2019). *Directorio del Sector Bambú en el Perú*. Recuperado de https://usmp.edu.pe/fia/centro_bambu_peru/directorio/
- (13) Bambu Ecuador (2020). *Directorio, Listado dinámico de personas y empresas que conforman activamente el sector del bambú en Ecuador*. Recuperado de <https://bambu.com.ec/directorio/>.
- (14) Centro del Bambú del Perú. *Directorio*. (2023). Recuperado de https://usmp.edu.pe/fia/centro_bambu_peru/directorio/
- (15) Barnet, Y., Jabrane, F., Nolte, L. (2012). Estudio de vulnerabilidad de las viviendas de bambú al cambio climático en el norte del Perú, optimización de las viviendas del norte del Perú con el uso del bambú. Quito. INBAR. Recuperado de <https://usmp.edu.pe/fia/ivuc/investigacion/>
- (16) Kaminsky, S., Harries, K., Lopez, LF., Trujillo, D., Archila, H. (2022). *Durability of whole culm bambpp, facts, misconceptions and the new ISO 22156 framework*. NOCMAT 2022. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6570366>.
- (17) Morán Ubedia, J. (2015). *Construir con Bambú “Caña de guayaquil”*. Lima. INBAR. Recuperado de <https://usmp.edu.pe/fia/ivuc/investigacion/>
- (18) Barnet, Y., Jabrane, F. (2019). *Diseñar y Construir en bambú en el Perú*. Lima: Fondo editorial USMP.
- (19) Barnet, Y., Jabrane, F. (2017). Diseño de proyectos con bambú en Lima como estrategia de difusión de un método constructivo alternativo y sostenible. Campus, (23), 85-104. Recuperado de <https://doi.org/10.24265/campus.2017.v22n23.07>