

Estructuras ligeras en bambú : uniones y elementos de conexión

Roberto Aguilar Larrinaga^a, Jaume Avellaneda Diaz-Grande^a, Joaquín Montón Lecumberri^b

^{ab}Departamento de Tecnología en la Arquitectura, EPSEB-UPC Av. Doctor Marañón. 44-50, 08028, Barcelona, España.
roberto.aguilari@gmail.com

La arquitectura con bambú se ha estado desarrollando en los últimos años, ya que se pueden encontrar edificaciones contemporáneas de diseño vanguardista, con nuevas técnicas constructivas y sistemas de montaje de alta tecnología. Anteriormente, las construcciones con bambú se limitaban a la arquitectura vernácula y tradicional formando estructuras con procesos constructivos empíricos los cuales se transmitían de generación en generación. Sin embargo, nuevas investigaciones acerca del bambú como material en la construcción, han abierto parámetros de diseño, uniones, montaje y construcción para que el bambú como material sea aplicado de manera regular en construcciones contemporánea.

Palabras clave: materiales, bambú, arquitectura, estructuras, uniones.

1. Introducción

El bambú tiene más de 1600 especies, todas nativas del trópico y subtropical, sin embargo, se puede desarrollar en todos los continentes excepto en la Antártida. Dependiendo de su aplicación, se debe de identificar la especie para ser utilizada en la arquitectura, ya que el bambú puede ser destinado para varios sectores comerciales como: muebles, artesanías, comida y medicinas. Para realizar estructuras en bambú las especies más estudiadas y recomendadas son la especie Moso de Asia y Guadua Angustifolia de Latinoamérica.

Las prestaciones del bambú como material en la construcción son variadas, una de las principales es que es relativamente económico en comparación con la madera (en países tropicales), ya que tiene la capacidad de crecer rápidamente y ser cosechado de los 3 a 5 años, no necesita demasiada transformación (1ra y 2da transformación como la madera) para utilizarlo en la arquitectura y cuenta con altas resistencias físicas y mecánicas para ser utilizado como elemento estructural.

En este sentido, el bambú en la arquitectura se puede emplear de varias formas, las principales son para el desarrollo de estructuras, envolventes y acabados. En las dos primeras el bambú se usa en su forma natural (barra) con su respectivo tratamiento, y en acabados, el bambú tiene más transformación para generar materiales industrializados, como bambú laminado.

2. Estructuras ligeras con bambú

Las estructuras de bambú se pueden dividir en dos tipologías, las estructuras vernáculas y las estructuras contemporáneas. Estas estructuras, se forman por "barras" unidas entre sí. Las barras de bambú son de

forma cilíndrica, hueca y uniforme con una pared interna de grosor variable. De tal manera que la unión y los elementos de conexión se vuelven complejos, por lo que es necesario realizar estudios correspondientes para verificar sus comportamientos físico-mecánicos.

En las estructuras vernáculas, por ejemplo, se usan cuerdas y pasadores de materiales naturales como la madera y el mismo bambú. En las estructuras contemporáneas se encuentran una infinidad de conexiones, desde pernos hasta conexiones de aleaciones metálicas con un diseño en específico para emplearlas a una tipología de estructura.

Sin embargo, para la unión de las barras de bambú es necesario realizar cortes específicos en los extremos (Fig.2). Los más empleados son los que ha clasificado el arquitecto Oscar Hidalgo López, en su libro: "The Gift of the Gods".

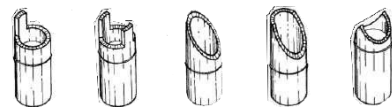


Figura 1. Cortes en bambú para la correcta unión entre ellos.
Imagen: "The Gift of the Gods".

Las estructuras vernáculas son las que se construyen de manera permanente, y las estructuras contemporáneas, la mayoría, se construyen de forma efímera, ya que se usan más para la construcción de pabellones, esto se da, por la flexibilidad de usar el bambú en barras, y la poca industrialización que tiene el material.

Se pueden hacer estructuras tridimensionales como domos geodésicos, sin embargo, el bambú, que es una barra, facilita emplearlo en estructuras con diseño paramétrico (Fig. 3).

Por lo que cada vez, se realizan diseños paramétricos usando el bambú como material principal.



Figura 2. Bienal de venecia 2018. Imagen propia.

3. Uniones y elementos de conexión

Para realizar las estructuras, es necesario identificar el tipo de unión que se forman al unir las cañas. Las estructuras se forman mediante la unión de las cañas por sus testas, superficies y por un elemento de conexión. Por lo que, se pueden definir que en las estructuras ligeras con bambú se generan 3 tipos de uniones: unión por empalme, acoplamiento y nudo.

Empalmes: son uniones en las que dos elementos se disponen en línea y se unen por sus extremos (testas) en prolongación [1]. En estructuras de madera se usa para el alargamiento de barras, en bambú se hace más por algún aspecto estético que estructural, ya que se encuentran cañas de hasta 30 metros de largo.

Acoplamientos: se realizan cuando dos o más cañas de bambú son unidas mediante sus fustes, sirve para la conformación de vigas y pilares. Para rigidizar la unión se emplean varillas roscadas, placas y cuerdas, algunas veces se rellenan los entrenudos con mortero o adhesivos para lograr mayor resistencia a compresión y tensión.

Nudo: En una estructura de barras, un nudo es un punto de unión de dos o más barras o un punto de apoyo de la misma[2]. El nudo formado en las estructuras de bambú es articulado.

Los elementos de conexión permiten rigidizar y estabilizar las uniones de empalme, acoplamiento y nudo, al igual que permiten transmitir las cargas y garantizar resistencia a la estructura. Los más empleados son: pasadores, pernos, cuerdas y placas metálicas de las cuales, muchas de ellas se han quedado en prototipo y no tienen estándares de calidad para comercializarlos, por consiguiente, cuando se quiere construir en bambú y unir las barras, los elementos de conexión muchas veces se realizan de manera empírica y artesanal.

Existen diferentes tipos de conexiones y técnicas de montaje, desde un amarre con una cuerda hasta el montaje de conexiones de alta tecnología. Esta diferencia varía de acuerdo al tipo de arquitectura y la forma de construir, si es una construcción vernácula o una contemporánea.

Para clasificar las conexiones, las podemos dividir en tres tipos: conexiones “Low tech”, “Medium Tech” y “High Tech” (Fig 4).

Conexiones “Low Tech”: se caracterizan por ser de materiales naturales y de origen local, su desarrollo y producción es de manera artesanal. Las técnicas de sujeción de las cañas son empíricas transmitidas de generación en generación.

Conexiones “Medium Tech”: son las conexiones que se aplican en la construcción regular, de materiales como metales, madera, y cemento. Se pueden encontrar en el mercado y para su colocación se usan herramientas básicas como llaves para apretar los tornillos.

Conexiones “High Tech”: se desarrollan para una construcción en específico, la mayoría se usan en construcciones efímeras y muchas de ellas no son reutilizadas, son de aleaciones metálicas reforzadas con mortero y adhesivos.



Figura 3. Tipología de conexiones en estructuras vernáculas y contemporáneas. Imagen: varios autores.

Hay una gran variedad de conexiones para unir las cañas de bambú y formar estructuras ligeras como pilares, vigas, pórticos y cerchas. Sin embargo, el uso del elemento de conexión es todo un reto, dado a que no existe una tipología de conexión estándar que se pueda aplicar de manera global en la construcción con bambú.

En las estructuras con bambú, a diferencia del empalme y del acoplamiento, el nudo, es el punto crítico, dada a la morfología de la caña (hueca, uniforme y con una circunferencia variables, por lo que la unión y el elemento de conexión se vuelven complejos.

Los nudos formados en estructuras de bambú se definen como nudos articulados. El nudo articulado permite el giro, pero no el desplazamiento de las barras.

Arquitectos reconocidos internacionalmente han resuelto el nudo en diferentes formas, Simón Vélez, uno de los principales arquitectos que se ha destacado por obras emblemáticas con bambú, la más conocida, el Pabellón Zeri (Fig. 4) en Alemania, donde el bambú es el protagonista de los materiales, mostrando sus cualidades y las altas prestaciones físico-mecánicas, de diseño, y flexibilidad como material para poder ser aplicado en cualquier tipo de construcción, resuelve el nudo con varillas roscadas, donde rellena los entrenudos con mortero para reforzarlo, esto lo hace para realizar claros de gran longitud y también para tener mayor resistencia de compresión en las uniones de columnas.



Figura 4. Réplica del pabellón Zeri, Manizales, Colombia. Imagen: Plataforma arquitectura.

Sin embargo, uno de los factores que más juegan en la construcción con bambú, es el diseño, formas triangulares y tridimensionales son las que más predominan.

“Cualquier unión sujeta se aflojará debido a los cambios en la humedad y el diámetro del bambú, mientras que garantizar la fuerza de estas articulaciones es un desafío” Simón Vélez.

4. Conclusiones

El bambú se ha caracterizado por ser un material estético, económico, sostenible y con altas cualidades físico-mecánicas, ideal para el desarrollo de estructuras ligeras. Sin embargo, muchas veces su uso se limita a las estructuras vernáculas y a las estructuras efímeras, por lo que su uso para la construcción regular es limitada, esto es debido a la falta de estándares, lineamientos y normativas que indiquen los requisitos básicos de construcción con este material. Por lo que el desarrollo de estándares y normativas, dará parámetros técnicos para aplicar el bambú en la construcción regular.

Referencias

- [1] Medina Sánchez, E., 2013. Construcción de estructuras de madera, Madrid, España, p.55.
- [2] Basset Salom, nombre, 2014. Tipología de nudos y extremos de barra, Available at: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38537/Tipolog%EDA de nudos y extremos de barra .pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38537/Tipolog%EDA%20de%20nudos%20y%20extremos%20de%20barra.pdf?sequence=1) [Accedido marzo 6, 2017].