

*Comunicación*

## **Estudio de caso: Vivienda de madera, quincha y cañas en Navarro, Provincia de Buenos Aires**

**Mühlmann, Susana Isabel; Caruso, Susana Inés; Reobo,**

**Mariano Gastón**

[susanamul@hotmail.com](mailto:susanamul@hotmail.com); [argas1@yahoo.com.ar](mailto:argas1@yahoo.com.ar);

[mreobo.arq@gmail.com](mailto:mreobo.arq@gmail.com)

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE FADU UBA). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina;

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Centro Experimental de la Producción (CEP ATAE). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina

Línea temática 1. Categorías y enfoques (teoría y praxis)

### **Palabras clave**

Materiales, Construcción, Sustentabilidad, Cañas, Argentina

### **Resumen**

En la actualidad, el agotamiento de recursos y la necesidad de reversión del cambio climático, obligan a una selección de materiales basada en criterios de sustentabilidad. Es imperioso reducir las materias primas provenientes del reino mineral, para focalizarse en las que la naturaleza ofrece en los reinos renovables. En ese sentido, una nueva categoría emerge desde el pasado con proyección a la arquitectura por venir: los materiales cultivables

que, ofreciendo respuestas en el diseño de edificios contemporáneos, se presentan como una posibilidad de modificación del paradigma de la construcción, en contraposición a los de origen extractivo no renovables.

Con raigambre en culturas milenarias, las cañas y la madera se encuentran entre los materiales tradicionales de la construcción y de los pocos con posibilidad de regeneración. También tienen la capacidad de combinarse entre sí y de articularse con otras tecnologías ancestrales, como la construcción con tierra. Sin embargo, aún con preponderancia de materiales cultivables y tecnologías históricas, un edificio actual involucra, entre otros, los tendidos de instalaciones sanitarias para baños y cocinas, electricidad, gas y redes de telefonía e informática, que implican la utilización de los materiales adecuados para cada uso.

Por otro lado, las cañas y la madera son susceptibles de ser atacadas por agentes químicos, biológicos, y climáticos, y de arder, requiriendo según las especies y condiciones a las que puedan verse sometidas, algún tipo de tratamiento para su preservación y protección. Se trata de un tema complejo, en el que la química ha aportado soluciones eficaces, pero que bajo la óptica de la sustentabilidad se ponen en duda ante estudios científicos que comprueban impactos negativos en el ambiente y en la salud humana.

Ante este panorama, impulsar la construcción con materiales cultivables constituye un desafío al que afortunadamente, y por la urgencia de recuperación del planeta, se está dando respuesta desde diversas latitudes y contextos, incluyendo el nuestro.

Encontrado en un proyecto de investigación dedicado al panorama de los materiales cultivables en la Argentina en el marco de la sustentabilidad, este trabajo presenta un estudio de caso local, que articula la madera, la quincha y el bambú, las razones que llevaron a su selección y los tratamientos naturales que se aplicaron, en función de exponer a los materiales cultivables como una categoría promisoriosa y sólida para el futuro, en concordancia con la propuesta de estas jornadas, comenzando por el presente.

### **Introducción**

En la categoría de los materiales cultivables, las cañas constituyen un recurso ancestral con extenso uso en el mundo. Su aplicación abarca construcción, ingeniería hidráulica, descontaminación de cursos de agua, fabricación de mobiliario, instrumentos musicales, utensilios domésticos y una amplia gama de textiles, entre otros. Sin embargo, la abundante información sobre construcción con cañas no necesariamente incluye impacto en ambiente y en salud. Las cañas se asemejan a la madera, con bosques nativos e implantados, en los que sustratos, temperaturas, humedad ambiente, el agua, el sol y la biodiversidad propia del lugar, determinan el desarrollo de especies y ejemplares hasta que alcanzan las condiciones apropiadas para su tala, traslado y procesos productivos. Las cañas, como la madera, crecen en ámbitos naturales y ya cuentan con certificaciones para la sanidad de bosques y plantaciones. Antiguas como la Tierra misma, y más allá de exponentes de culturas milenarias, las cañas cuentan con monitoreos, ensayos, resultados y certificaciones que permiten prever cómo elegirlas, cultivarlas y trabajarlas para su correcto aprovechamiento y comportamiento. La arquitectura y la construcción exigen propiedades específicas de resistencia estructural y climática con las que las cañas cumplen sobradamente, aunque necesitan preservantes contra insectos y hongos similares a los usados en madera. Al igual que la madera, dependiendo de la especie, procedencia de poblaciones nativas o cultivos implantados, uso y solicitudes a las que estén sometidas, las cañas pueden requerir un biocida. Los tratamientos habituales son en base a químicos, por lo general con componentes nocivos para el ambiente y la salud humana, aunque hay una tendencia cada vez más acentuada al uso de preservantes progresivamente más benignos, basados en técnicas ancestrales. Es de esperar que las investigaciones y estudios de caso actualmente en desarrollo, contribuyan a promover en Argentina el uso de este material abundante, renovable, favorable desde el punto de vista ambiental y con excelentes posibilidades para su cultivo y aprovechamiento en el país. Este trabajo expone los resultados obtenidos hasta el momento en la investigación en curso.

### **Estado de la Cuestión**

El arquitecto, doctor e investigador en materiales Pablo van der Lugt (Arch Daily, 2021, en línea), expresa en una entrevista:

[...] el bambú es en realidad una especie de hierba gigante; la planta está interconectada a través de las raíces y cada año brotan nuevos tallos. Después de 4-5 años, los tallos están listos para la cosecha. A medida que crecen nuevos tallos cada año, esto significa que los bosques de producción de bambú se cosechan como un cultivo agrícola; cada año se cosechan alrededor del 20-25% de los tallos maduros, lo que acelera el crecimiento de la planta madre. Esto significa que el bambú por defecto no es susceptible a la deforestación.

Una idea de la importancia que está cobrando a nivel internacional el bambú como materia prima, lo da el hecho de que el 22 de junio de 2022, la Organización Internacional de Normalización (ISO) publicó una nueva norma clave sobre estructuras de bambú de ingeniería (ISO 23478:2022, en línea). El estándar aclara nuevos métodos de prueba para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los productos de bambú de ingeniería. Desarrollado por el Grupo de Trabajo de Construcción de Bambú de INBAR<sup>1</sup>, el estándar fue codirigido por los expertos Dr. Bhavna Sharma, de la Universidad del Sur de California, y Arjan van der Vegte, de MOSO International (INBAR, en línea). Se aplica a las formas prismáticas de bambú laminado encolado y cañamazo de bambú, destinadas a soportar distintos tipos de esfuerzos.

Respecto a nuestro país, a través de un trabajo de Amira Barud (2019), tomamos conocimiento de que en la provincia de Misiones, se inició un proceso de políticas públicas, orientado a la producción de la gramínea del bambú, como alternativa para la obtención de recursos maderables aplicables principalmente a viviendas de interés social. La autora destaca que este proceso implica un doble desafío, ya que este tipo de producción no se ajusta a parámetros tradicionales del régimen legal forestal y presenta además el riesgo de aparición de plagas desconocidas al fomentarse la entrada de una especie exótica como es la *Dendrocalamus asper*.

Se realiza en el documento un análisis de normativa nacional y provincial, que se comentará en el apartado *Campo normativo*.

### **Especies en Argentina**

Acorde al relevamiento de Barud, se presenta un listado de las especies locales, con su lugar de crecimiento y usos:

- *Guadua trinii*. Distribución: Buenos Aires, Misiones, Entre Ríos y Corrientes. Nombres comunes: tacuara brava, tacuarazú, yatevó. Usos: los culmos abiertos como esterilla se utilizan en la construcción de ranchos, cercas, puertas y para hacer canastos; el follaje se utiliza como forraje para alimentar al ganado y a los caballos durante el invierno.
- *Guadua chacoensis*. Distribución: norte de Argentina, Chaco, Corrientes y Misiones. Nombres comunes: tacuara o tacuaruzú. Usos: mayor potencial económico por tamaño y calidad de culmo. Se utiliza en construcciones rurales, cercas, artesanías y es un elemento importante dentro del balance ambiental para el control de la erosión y protección de las cuecas de los ríos.
- *Guadua paraguayana*. Distribución: Chaco, Corrientes, Formosa y Santa Fe. Nombres: se conocen con el nombre de picanilla y picana. Usos: como estructuras básicas de los techos en las construcciones rurales.
- *Chusquea culeou*. Bosques altos: Vegetación con un estrato abierto o cerrado de especies arbóreas que superan una altura de dosel de 15 m.

---

<sup>1</sup> *International Network for Bamboo and Rattan* (Organización Internacional del Bambú y el Ratán)

Posee una madera sólida lo que la diferencia de la mayoría de las bambúsoideae que son huecas. Hábitat: Chubut, Río Negro, Neuquén.  
- *Chusquea ramosissima*. Planta perenne leñosa. Gran altura, hasta de dos dm de diámetro. Habitat: Misiones. Nombre común: tacuarilla, tacuarembó.

Otro trabajo de interés respecto al cultivo de cañas en Argentina, es el llevado a cabo por dos investigadoras del CONICET (Rovere & Molares, 2021), quienes realizaron un estudio sobre *la Chusquea Culeou* (caña colihue), con los objetivos de evaluar los requerimientos germinativos a los fines de aportar información para su propagación y cultivo, y revisar y sistematizar sus usos contemporáneos. En una Nota Técnica publicada en la revista Quebracho, 2021, las autoras señalan que:

*Chusquea culeou* E. Desv. (Poaceae) es una hierba subleñosa perenne, endémica de los bosques templados de Argentina y Chile. Las cañas de esta planta son simples, macizas y resistentes. Estas características han sido aprovechadas por poblaciones patagónicas desde tiempos prehispánicos, mientras que su valor para la industria del papel y construcción está en desarrollo. Sin embargo, esta multiplicidad de usos está sistematizada escasamente, mientras que sus poblaciones silvestres son las que se aprovechan, prácticamente sin manejo.

La *Chusquea culeou*, se diferencia de otras especies de bambú con médula hueca, por su culmo<sup>2</sup> macizo, pudiendo los ejemplares alcanzar hasta ocho metros de altura y cinco centímetros de diámetro en la base, aunque generalmente presentan tamaños inferiores (Ortiz, 2002). Esta es una especie multipropósito, observándose la resistencia y ligereza de sus cañas que frecuentemente se reproducen por rizomas. Es apropiada para construcción y usos artesanales, lo que la convierte en objeto de interés para su cultivo y aprovechamiento (Rovere & Molares, 2021). Un desafío en el manejo de esta especie es el fenómeno llamado "la ratada", que se produce al fructificar las cañas, lo que sucede cada 40 o 60 años aproximadamente (MSN, 2022). Estas floraciones extraordinarias producen una cantidad de semillas que puede alcanzar los 600 g/m<sup>2</sup>. Las semillas son alimento para varias especies de ratones que habitan los bosques, poblaciones que pueden alcanzar un número 100 veces mayor a lo normal. Una especie en particular, el ratón colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*) es el portador principal del hantavirus (INTA, 2011).

### **Campo normativo**

<sup>2</sup> El tallo fistuloso y articulado de las gramíneas. En la mayoría de los casos es herbáceo; cuando es leñoso, como en los géneros *Arundo*, *Bambúsa*, *Dendrocalamus*, etc., constituye las cañas (caña común, cañas de bambú, etc.). Pero el culmo herbáceo suele también llamarse caña comúnmente. Raramente, este tipo de tallo es macizo, como en el maíz y la caña dulce; por lo común, sólo es sólido en los nudos. A veces se da el calificativo de culmo, impropriamente, a los tallos de las cárices y de otras ciperáceas (Biodic, en línea).

La reciente norma ISO 23478:2022 - *Estructuras de bambú. Productos de bambú de ingeniería. Métodos de ensayo para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas* (ISO, en línea), anteriormente mencionada, presenta un Resumen que especifica los métodos de prueba adecuados para determinar las siguientes propiedades mecánicas de los productos de bambú de ingeniería:

- a) módulo de elasticidad en flexión;
- b) módulo de cortante;
- c) resistencia a la flexión;
- d) módulo de elasticidad en tracción paralela a la fibra;
- e) resistencia a la tracción paralela a la fibra;
- f) módulo de elasticidad en compresión paralela a la fibra;
- g) resistencia a la compresión paralela a la fibra;
- h) módulo de elasticidad en tracción perpendicular a la fibra;
- i) resistencia a la tracción perpendicular a la fibra;
- j) módulo de elasticidad en compresión perpendicular a la fibra;
- k) resistencia a la compresión perpendicular a la fibra y resistencia al corte;
- i) resistencia al corte paralela a la fibra.

Además, se especifica la determinación de las dimensiones, el contenido de humedad y la densidad. Este documento es aplicable a las formas prismáticas de bambú laminado encolado y cañamazo de bambú, destinados a resistir la flexión, el corte, las cargas axiales o sus combinaciones.

### *Normas para la utilización del bambú en la construcción*

La investigación realizada en Ecuador, sobre determinación de la resistencia del bambú, como biomaterial de construcción (Chiluisa Mesías, 2020), expresa que:

- Al ser el bambú un material que absorbe ampliamente el agua del ambiente, es necesario que siempre se le preserve a la caña antes de ser utilizada en construcción para poder evitar inflamabilidad y la existencia de hongos e insectos.
- Las cañas de guadua que presenten agrietamientos que sobrepasen el 20% de la longitud del tallo, no deben ser consideradas como aptas para uso en construcción.
- Según la normativa (NSR-10-Capítulo G.12- "Estructuras de Guadua", 2010 Nota: Ecuador). En ningún caso se debe utilizar estructuras en guadua cuando la temperatura a la que estarán sometidas durante toda su vida útil exceda los 65°C.
- Es recomendable limitar el uso de acabados como barnices, lacas, pinturas oleo solubles y cualquier otra sustancia que acelere el desarrollo del fuego, o si no antes de ser utilizada en diferentes

estructuras la caña debe ser sometida a ácido bórico y bórax para evitar su inflamabilidad.

### *Norma técnica diseño y construcción con bambú en Perú*

La norma peruana (PNB, 2022) expone los siguientes conceptos:

- *Generalidades.* Los bambúes leñosos son gramíneas perennes, que crecen en regiones tropicales y templadas de Asia y América. Pueden alcanzar hasta 30 m de altura. La *Guadua angustifolia* es una especie de bambú nativa de los países andino amazónicos. En el Perú se desarrolla hasta los 2,000 ms.n.m, en la amazonia se le encuentra formando bosques naturales y en otras regiones en plantaciones. Sobresale entre otras especies de su género por las propiedades estructurales de sus tallos, tales como la relación peso – resistencia similar o superior al de algunas maderas, siendo incluso comparado con el acero y con algunas fibras de alta tecnología. La capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión, hace que esta especie de bambú sea un material ideal para construcciones sismorresistentes.
- *Objeto.* Establecer los lineamientos técnicos que se deben seguir para el diseño y construcción de edificaciones sismorresistentes con bambú: *Guadua angustifolia* y otras especies de características físico mecánicas similares.
- *Campo de aplicación.* La presente norma es de aplicación obligatoria a nivel nacional para edificaciones de hasta dos niveles con cargas vivas máximas repartidas de hasta 250 Kgf/m<sup>2</sup>. 3.2. La Norma se aplica a edificaciones con elementos estructurales de bambú.

### *Normativa para bambú en Argentina*

En nuestro país, durante años el bambú fue utilizado mayormente como recurso forestal no maderable, aunque puede decirse que por su composición orgánica y por sus tejidos leñosos, posee los requisitos para ser considerado una especie forestal maderable (Barud, 2019). En la provincia de Misiones, la ley provincial de inversiones forestales utiliza como base la Ley Nacional 13.273. Esta Ley, considerada con poder de policía, está destinada a ordenar y reglamentar el modo en que puede realizarse la actividad forestal, fijando también límites y prohibiciones. Según Barud:

[...] encontramos que la legislación nacional y provincial se encuentran considerablemente armonizadas, más allá de los hechos fácticos y reglamentaciones ausentes dentro de los organismos provinciales; por ello podemos concluir en que el bambú como recurso maderable, en principio, puede ampararse dentro de la normativa provincial [...].

### **Preservación Natural del Bambú**

La sabiduría popular ha desarrollado a través de los siglos, métodos y técnicas para la preservación del bambú. El arquitecto Jorge Morán Ubidia (2002), Profesor de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil y de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, realizó una compilación bibliográfica e investigaciones de campo sobre el tema, con énfasis en Colombia, Ecuador, Brasil, Argentina y Perú. Este trabajo fue auspiciado por el INBAR. A continuación se describen algunos de sus hallazgos:

Como primer paso para el aprovechamiento del bambú, resulta fundamental el proceso de selección que es observado por la mayoría de campesinos, grupos étnicos y artesanos de América. De lo acertada que haya sido la selección, dependerá en gran parte, la durabilidad y resistencia del bambú al ataque de insectos, hongos y microorganismos. Para ser seleccionado, debe cumplir ciertos requisitos como:

- Edad
- Color del culmo o tallo
- Presencia de líquenes y musgos
- Otros requisitos, como la ausencia de hojas caulinares, la inexistencia de rajaduras, torceduras, la no presencia de señales de perforadores u otros insectos, etc.

Además, para determinar el momento propicio del "corte" o "apeo" del bambú, en las distintas regiones de América es común que se tomen en cuenta los siguientes aspectos:

- Corte en fase lunar denominada "cuarto menguante" o "fase oscura".
- Corte en las primeras horas de la mañana y antes de que el sol aparezca.
- Corte en momentos que las fuentes de agua cercanas, como ríos, lagos, esteros, mar, etc. se encuentren en su nivel más bajo (bajamar).
- Corte solo en épocas secas.

Algunos Tratamientos Naturales provenientes del conocimiento popular o indígena:

- Curado o "avinagrado":
  - a) El bambú es previamente seleccionado; b) Es cortado sobre el primer nudo y sin dejar cavidades; c) Se deja en el lugar de corte, sobre el "tocón" de su base, sobre una piedra o sobre un ladrillo lo más vertical posible, apoyado o recostado sobre los bambúes vecinos, con todas sus ramas y hojas y se lo mantiene en esta posición durante el lapso de 2 a 3 semanas.Los almidones contenidos en las células parenquimatosas, se reducen a azúcares, los cuales por fermentación se convierten en alcohol,

insecticida natural que evita la proliferación de insectos y microorganismos. Además el bambú cortado al interior de la plantación o bosque, lo hace en condiciones adecuadas de sombra y ventilación.

- Preservación:

- 1) Inmersión en agua: se lleva a cabo a lo largo de algunas semanas, generalmente en cursos de agua locales, produciéndose así el lixiviado de los almidones del bambú. Es uno de los métodos de preservación más utilizados en América.
- 2) Preservación mediante humo: Arqueólogos y antropólogos estiman que las técnicas de preservación de alimentos, madera y bambú mediante humo, serían las más antiguas, tanto en América como en otros continentes. En el bambú, el calor del humo y el hollín, provocan la destrucción o reducción de los almidones contenidos en las células del parénquima, en el proceso denominado pirólisis, que consiste en la descomposición química de la materia orgánica por acción del calor.
- 3) Preservación mediante calor: Es habitual encontrar esta forma de preservación en Colombia y Brasil. Consiste en el calentamiento de los culmos en fogatas especialmente construidas y requiere de un conocimiento pragmático para determinar la intensidad del calor, así como el instante en que el proceso debe concluir para evitar que colapse el material.
- 4) Preservación con tanino: En América, existen especies vegetales, como el mangle, el castaño, el sauce, el quebracho, etc. de cuyas maderas, cortezas o frutos, se extrae el tanino empleado en curtiembres para preservar pieles. Tiene la virtud de formar compuestos imputrescibles con las albúminas y almidones. Los bambúes tienen altos contenidos de almidón y en combinación con el tanino generan sustancias resistentes a la putrefacción, evitando además insectos y microorganismos debido a sus propiedades astringentes.
- 5) Secado: Es muy importante el secado del bambú, de manera rápida y eficiente para evitar defectos causados por la pérdida de humedad o por la presencia de insectos. El secado puede realizarse al aire libre o bajo cubierta, girando los bambúes en su sentido longitudinal cada 15 días para lograr un secado uniforme. Se estima que este procedimiento demora al menos 2 meses, dependiendo de la temperatura y el grado de humedad ambiente.  
También pueden secarse en cámaras solares construidas *ad hoc*, que funcionan por convección.

El autor destaca que una vivienda campesina en Ecuador o Colombia, construida con bambú preservado de manera tradicional, tiene una vida útil de 15 a 30 años o más, mientras que las viviendas urbano-marginales tienen una durabilidad de 1 a 3 años.

### **Certificaciones**

Se presenta MOSO® MasteringBamboo, certificación que ya ha hecho pie en Argentina y acorde a su documentación:

*Desarrolla y crea productos de bambú para aplicaciones interiores y exteriores que cumplen con los más altos requisitos técnicos y estándares de calidad, realzan la belleza de las aplicaciones y están hechos del recurso sostenible y renovable de bambú Moso. La sostenibilidad, seguridad y calidad de los productos MOSO® es probada de forma independiente por los más respetados sistemas de eco-label y programas de certificación del mercado.*

Estándares con los que cumple y sus sellos (Figura 1):

#### *Certificación FSC®*

Reconocido globalmente como el sistema de certificación mejor y más imprescindible de sostenibilidad en la industria de madera. Recientemente, la certificación FSC® fue introducida para el bambú. Como pionero, MOSO® puede suministrar productos de bambú con certificación FSC®

#### *Emisiones en el interior de locales*

Para tener un clima interior saludable en su vivienda es importante utilizar materiales que tengan emisiones muy bajas y cumplan con la norma europea E1 (EN 717-1). Todos los productos MOSO® cumplen con este estándar y varios productos MOSO® están producidos bajo E0, la norma más estricta existente. Además, todos los productos de bambú MOSO® han sido clasificados A y A+ en emisiones de compuestos volátiles, siendo esta la mejor clasificación posible.

#### *LEED & BREEAM*

La utilización de los productos de bambú MOSO® puede contribuir con varios créditos para LEED y BREEAM, las más importantes certificaciones de construcción sostenible utilizadas en todo el mundo.

- Contribución LEED BD+C – v4: SS7, MR1, MR2, EQ2, MR3 (FSC®) / v2009: MR 6, MR 7 (FSC®), IEQ4.3, IEQ 4.4 (si se requiere E0)
- Contribución BREEAM: HEA 2, MAT 1, MAT 3 (FSC®), MAT 5 (DT)

#### *Huella de carbono*

MOSO® ha encargado a la Universidad Tecnológica de Delft la ejecución de una evaluación del ciclo de vida oficial (incluyendo la huella de carbono). El informe, que se puede solicitar, concluye que todos los productos MOSO® evaluados (parquets de bambú macizos, tarima de exterior, paneles y chapa) son CO<sub>2</sub> neutros o mejor durante el ciclo de vida completo.

#### *Clasificación al fuego suelos*

Conforme a EN13501-1, la resistencia al fuego para suelos se puede clasificar de A1fl (no combustible) a Ffl (muy combustible). Para cumplir con el marcaje

CE, todos los suelos MOSO® se han testeado en cuanto a resistencia al fuego y dieron un resultado satisfactorio desde Bfl a Dfl. Los productos MOSO® Bamboo X-treme® alcanzan la clase Bfl siguiendo EN13501-1 y el índice de propagación de llama Clase A según el estándar USA – ASTM E84 sin el uso de retardantes de fuego.

#### *Clasificación al fuego pared/techo*

Conforme a EN13501-1, la resistencia al fuego para suelos se puede clasificar de A1 (no combustible) a F (muy combustible). Los productos MOSO® Density® se han testeado en cuanto a resistencia al fuego con resultados muy satisfactorios como clase B-s1-d0 para espesores de 18mm e inferiores. Este resultado se consigue sin impregnación lo cual es imposible en cualquier otra madera. Los productos MOSO® Bamboo X-treme® alcanzan el índice de propagación de llama Clase A según el estándar USA – ASTM E84 sin el uso de retardantes de fuego.

#### *Clase de durabilidad*

La norma europea EN 350 da la orientación sobre los métodos para la determinación y la clasificación de la durabilidad de la madera / del bambú contra los hongos destructores de la madera biológica. La durabilidad natural de la madera / del bambú puede ser clasificada de 1 (muy resistente) a 5 (no duraderos). A medida que figuran en EN 350 estándar, hay dos métodos de laboratorio para determinar la durabilidad; CEN/TS 15083-2 para la aplicación de productos en contacto con el suelo en vivo; y CEN/TS 15083-1 para la aplicación de productos sin contactos de tierra. Los productos MOSO® Bamboo X-treme® alcanzan en ambos ensayos, la clase más alta de durabilidad (clase 1, muy resistente), lo que significa que el producto puede ser utilizado en aplicación directa sin contacto con la tierra.

#### *Clase de uso*

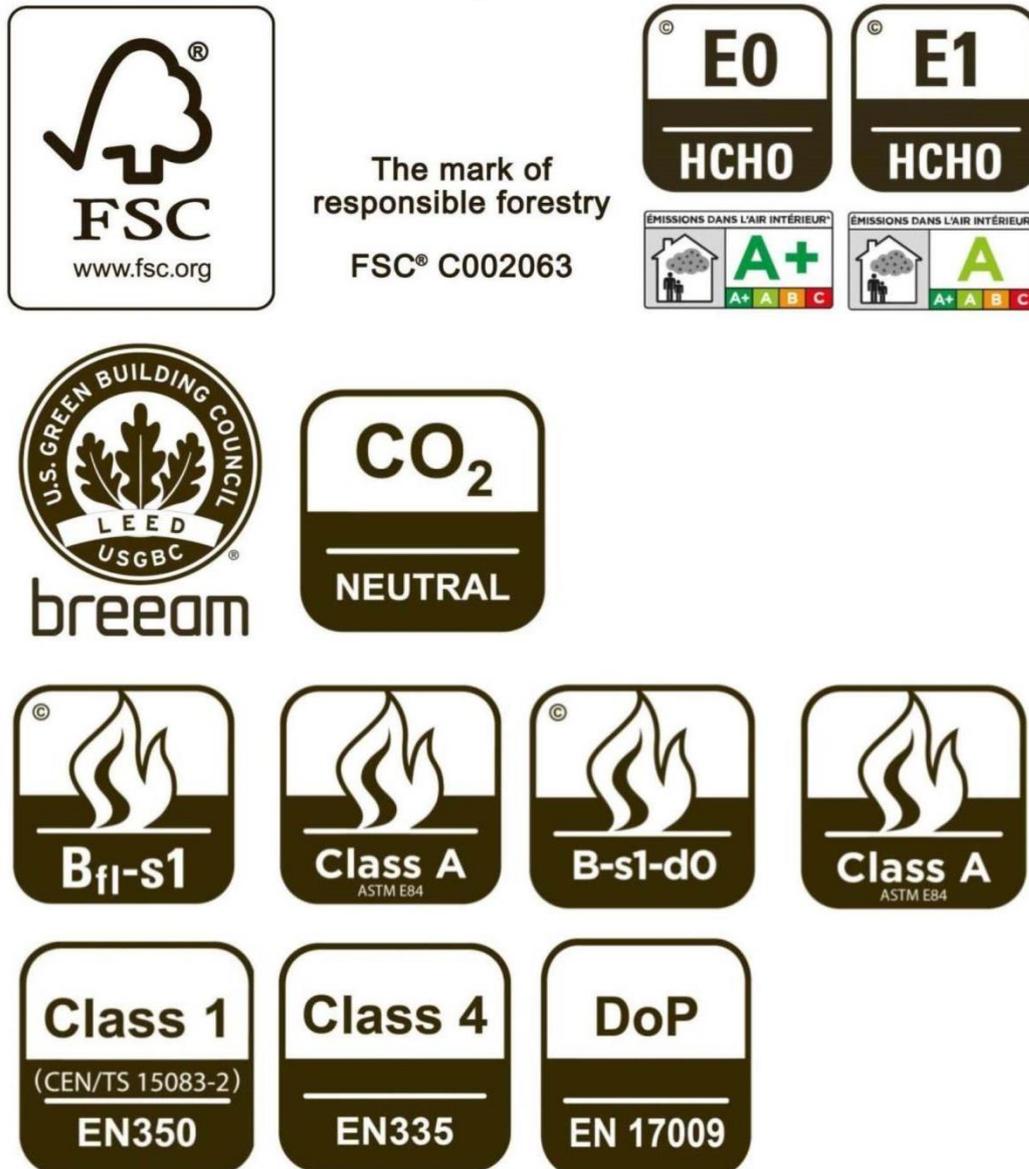
La norma europea EN 335 define cinco clases de uso que representan diferentes situaciones para las cuales la madera / productos de bambú pueden estar expuestos. EN 335 da información sobre la presencia de hongos biológicos en las diferentes clases de uso que van desde 5 (situación más exigente, de forma permanente en agua salada) a la categoría 1 (condiciones de interior). Los productos MOSO® Bamboo X-treme® alcanzan la clase de durabilidad la más alta 1 seguidos por CEN/TS 15083-2 y CEN/TS 15083-13. Como resultado del tratamiento térmico y de la compresión, el bambú se puede aplicar en la clase de uso máxima 4 (exterior en contacto con el suelo).

#### *Calidad según el estándar europeo*

MOSO® ha tomado la delantera en el desarrollo de un estándar de calidad para el suelo de bambú. De acuerdo con esta norma, EN17009, se definen los requisitos relacionados con la seguridad, la salud, la calidad y el impacto ambiental de un producto. No hace falta decir que los suelos de bambú de

MOSO® cumplen estos requisitos. Con una Declaración de Desempeño (DoP) MOSO® indica para cada suelo cómo se cumplen los requisitos.

**Figura 1. Certificaciones según FSC®, Emisiones en el interior de locales, LEED & BREEAM, Huella de carbono, Clasificación al fuego suelos, Clasificación al fuego pared/techo, Clase de durabilidad, Clase de uso, Calidad según el estándar europeo**



Fuente: MOSO® MasteringBamboo

**Estudio de Caso: Aplicación de Caña como revestimiento vertical protector de muros de quincha en vivienda unifamiliar**

Proyecto y Dirección de Obra: Arq. Mariano Reobo / Casambiental Arquitectura Sostenible.

Ubicación: Ecovilla Gaia (Lat.: -34.947594°; Long.: -59.339265°), Navarro, Pcia. de Buenos Aires (Fig. 2).

Se trata de una vivienda unifamiliar ubicada en un lote propio de 5029.73 m<sup>2</sup> dentro del Condominio Primavera, un condominio pensado para el desarrollo de chacras ecológicas para vivienda, eco turismo, producción hortícola, árboles frutales y/o arboles forestales. Para construir en este condominio se deben respetar las normas establecidas en su Reglamento. En relación a la materialidad de las construcciones, sus características están establecidas en el apartado *03 Acuerdo de Edificación*, y sus definiciones más importantes son las que se detallan a continuación:

### b. MATERIALES

- i. Se tendrán en cuenta la toxicidad y resistencia al fuego.
- ii. Las paredes deberán contar en su composición con un porcentaje mayor de tierra cruda, paja o madera.
- iii. Las construcciones deben ser realizadas en materiales que propicien el bajo consumo energético para calefacción y refrigeración de las mismas. Se deben usar materiales y sistemas de bajo impacto ambiental, dándole prioridad a viviendas bioclimáticas. Están permitidos materiales como la madera, la tierra, la paja, la caña, piedra, que se adecuan y no rompen el esquema natural propio del lugar. Serán contempladas las construcciones que utilicen materiales reciclados y evaluadas en caso de ser de mampostería.
- iv. La delimitación de las parcelas, en caso de tener la necesidad de delimitarlas, será con cerco vivo o alambrado de hasta 6 hilos.

Los propietarios definieron como sistema constructivo principal una estructura independiente en base a postes de madera y cerramientos exteriores de quincha de barro. La construcción se inició hacia enero de 2021 con el asesoramiento de un bioconstructor local, quien estuvo a cargo de la primera etapa del proceso constructivo. Se determinó una planta de forma cuadrada ubicada en las cercanías del vértice SUR del predio con una idea estimada de distribución interior, pero no definida. La construcción se implantó con su fachada principal orientada hacia el Noreste (más precisamente girada 36° respecto al Norte geográfico en dirección al NO). La estructura se resolvió ubicando postes de eucaliptos como columnas en las intersecciones de una grilla estructural según un módulo aproximado de 1,60 / 1,80m por 1,60 / 1,80m. Estos postes descargan sobre bases aisladas de hormigón. La primera etapa a cargo del bioconstructor local incluyó:

- Excavación y ejecución de las bases de hormigón;
- Colocación de los postes de eucaliptos;
- Ejecución de techo inclinado a un agua (techo verde extensivo con pendiente 5,5° y caída hacia la orientación SO) resuelto con vigas de sección 3"x6", cabios de sección 2"x5", ambos en *Pino Paraná*,

entablado de 1"x5" de *Eucalipto Saligna*, y aislación hidrófuga horizontal ejecutada con membrana asfáltica con alma de polietileno y terminación de aluminio gofrado;

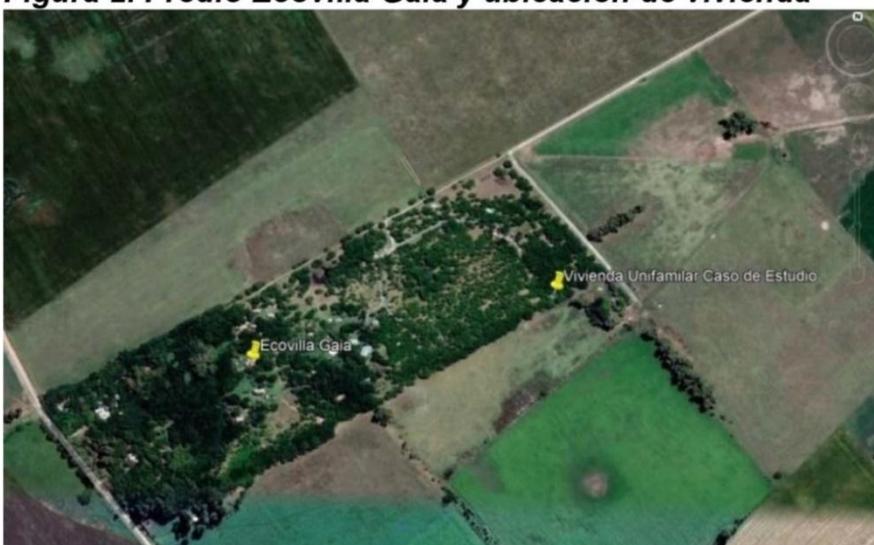
- Ejecución de la estructura de madera para la quincha.

Al concretar esta primera etapa los propietarios se percataron de las implicancias que podría tener continuar con la obra sin asesoramiento profesional. Por lo tanto, decidieron contactar al estudio a cargo de *Casambiental Arquitectura Sostenible*, con el objetivo de lograr definir el proyecto arquitectónico y culminar la construcción de la obra ya iniciada. También adoptaron la decisión de suplantar al bioconstructor local inicial por otro bioconstructor oriundo de la localidad vecina de Lobos. Con un margen de decisión muy acotado, limitado por las determinaciones ya adoptadas hasta ese momento se comenzó a trabajar en vistas al objetivo mencionado. Dada la locación de la obra se decidió un esquema quincenal de visitas para realizar un seguimiento de avance. Los primeros días de marzo de 2021 se realizó la visita de reconocimiento y replanteo del sitio. Se elaboraron las primeras propuestas para definir el anteproyecto arquitectónico y luego de algunas reuniones se logró cerrar un proyecto acorde a las limitaciones ya descriptas y a las necesidades planteadas por los comitentes. Se detectaron distintas falencias en el diseño adoptado y la construcción iniciada, una de las relevantes a los efectos de la descripción de este caso de estudio es que los aleros, dimensionados a los efectos de brindar protección a la lluvia para evitar la erosión de los muros de quincha, resultaban insuficientes. Se adoptó como decisión proyectual inicial la realización de un solado tipo "deck" exterior y una pérgola perimetral, esta última, adosada a la vivienda, con el objetivo de mejorar la protección a la lluvia de los muros de quincha. Dado el diseño inicial de la vivienda, donde se definió realizar una plataforma elevada a unos 0,58 m. sobre el nivel de terreno natural para ubicar el solado interior de la vivienda y las alturas finales del techo ya construido, no era posible completar la pérgola adosada en la fachada sudoeste, por lo tanto, el muro de la fachada con orientación más desfavorable quedaría expuesto a las inclemencias climáticas en caso de no adoptar alguna decisión de diseño. El bioconstructor recomendó, como solución, proteger los revoques del muro de fachada sudoeste con la realización de un revoque fino a la cal. Se ejecutó una prueba para verificar el comportamiento del revoque propuesto, sin embargo, esta solución no consiguió los resultados esperados por el bioconstructor y, además, no resultaba adecuada desde el punto de vista estético y formal. La falta de eficacia quedó evidenciada durante el proceso de obra, cuando una vez concluidos los revoques de barro exteriores (terminación sobre quincha) y durante algunos eventos de lluvia copiosa, los revoques a la cal sobre el muro SO presentaron excesivas fisuraciones y desprendimientos parciales. En búsqueda de una solución funcional y formal superadora se proyectó y concretó la ejecución de un revestimiento de caña vertical, para permitir la protección completa de todos los muros que hubieran quedado expuestos a la lluvia, dada la limitación respecto a la configuración de la pérgola perimetral.

Para ello se recurrió a la utilización de cañas *Phyllostachys bambusoides* provenientes del *cañaveral* cultivado en la propia Ecovilla Gaia por los desarrolladores y pobladores iniciales. Según Ranjan *et al* (1986), la especie *Phyllostachys bambusoides* tiene una resistencia a la tracción de 2,629 kg/cm<sup>2</sup>, superando el comportamiento mecánico de las estructuras de acero, que tienen una resistencia a la tracción de 1,375 kg/cm<sup>2</sup>. El cerramiento se materializó según la siguiente descripción (Figuras 3, 4 y 5):

- Se colocaron bulines de madera (*Eucalypto Saligna* de sección 1"x2") en posición vertical para permitir la separación y la instalación de una subcobertura hidrófuga y controladora del vapor de agua (membrana constituida por tres capas de polipropileno, dos exteriores no tejidas y una interior con características específicas).
- Posteriormente a la instalación de esta membrana, que se realizó mediante engrampado, se instalaron las clavaderas horizontales (también en *Eucalypto Saligna* de sección 1"x2").
- Finalmente se instalaron las cañas, que previamente se enviaron a aserrar para obtener a partir de cada una dos mitades perfectas.
- Estos cortes permitieron duplicar el rendimiento de las cañas y generaron una base plana para su mejor asiento y fijación (esta fijación fue realizada mediante la colocación de tornillos para madera).
- Las cañas aptas para estos usos (5 a 7 años de desarrollo) ya se encontraban identificadas en el cañaveral mediante marcas de color que realizaron sus cultivadores.
- Se obtuvieron varas de 10cm de diámetro aproximado y de un largo total de 7 a 8m, de los cuales resultaron aprovechables con un diámetro parejo los primeros 5 a 6m.

**Figura 2. Predio Ecovilla Gaia y ubicación de vivienda**



Autor: Mariano Reobo  
Fuente: Google Earth

**Figura 3. Ejecución y reparaciones**



Render, vista aérea desde NO



Ejecución de estructura de quincha



Muro en fachada SO: fisuraciones y desprendimientos. Bulines de madera para instalación de agua.



Autor: Mariano Reobo

**Figura 4. Ejecución y cañas instaladas**



Muro en fachada SO, subcobertura hidrófuga y controladora del vapor de agua y bulines de madera para instalación de cañas.



Muro en fachada NO, cañas instaladas.

Autor: Mariano Reobo

**Figura 5. Cañas instaladas sobre muros y casa terminada**



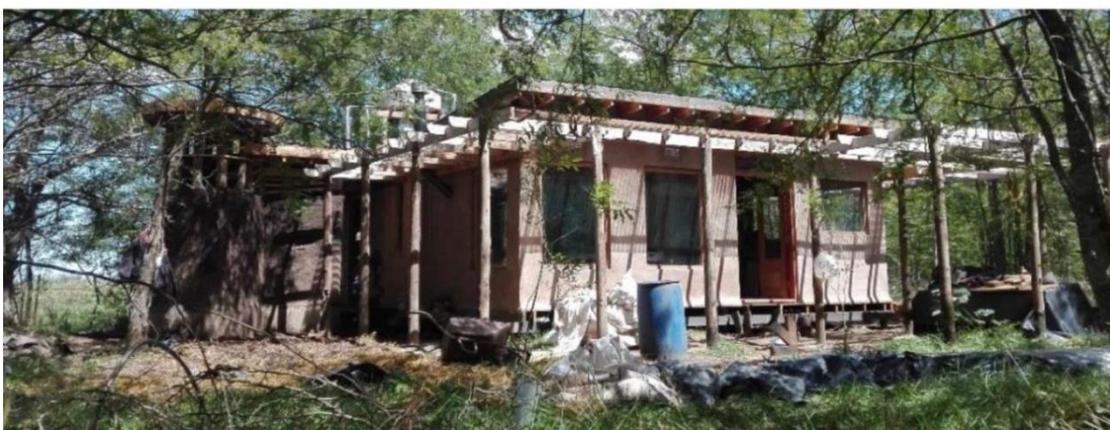
Muro en fachada SO



Encuentro de muros en fachadas SO y SE



Detalle paño fijo en muro fachada SO



Vista Este

Autor: Mariano Reobo

### Conclusiones

A partir de lo expuesto, se verifica la extensa investigación y uso del bambú en la construcción en los países con más crecimiento y tradición en nuestra región, como así también, en la Argentina.

Se evidencia, también, la misma sintonía en la necesidad de avanzar en pos de soluciones para las mismas problemáticas: cuidado de bosques y plantaciones, preservación de las cañas para evitar proliferación de agentes biológicos, y comportamiento ante el fuego y, en ese sentido, aplicar tratamientos naturales o limitar el uso de químicos oleosolubles y cualquier otra sustancia que acelere su inflamabilidad.

En Argentina el uso de cañas para la construcción está en expansión, con especies identificadas, usos comercializados y reciente normativa local para su regularización y control.

En ese sentido, la importancia del estudio de caso radica en que expone el uso de caña, tratada con productos naturales y cultivada en el sitio, para resolver problemas constructivos y estéticos, así como también, su facilidad de combinación con otros materiales.

En cuanto al proyecto de investigación en curso que enmarca este trabajo, se prevé continuar con la lectura de bibliografía para ampliación e interpretación conceptual sobre construcción en caña a nivel local, producción, usos, tratamientos, comercialización y normalización.

Por último, ante este panorama, la evolución de la construcción en caña es más que bienvenida por sus promisorios avances como reemplazo de materiales tradicionales, con la esperanza de verificación de nuevas propiedades que ofrezcan cada vez más respuestas, sobre todo a nivel local, ya afianzada en sendas categorías, de materiales cultivables y del futuro, en concordancia con el espíritu de estas jornadas.

### Reconocimientos

Esta investigación se encuadra en el Proyecto de Investigación *Materiales cultivables para la construcción. Panorama del uso de materiales provenientes de cañas y micelio de hongos en la Argentina TPR 45*, con sede en el CIHE FADU UBA. Tutor: Dr. Arq. Daniel Kozak. Directora: Arq. Susana I. Mühlmann. Co-directora: Arq. Susana I. Caruso.

### Bibliografía

#### Material online

MSN (2022) *Ratada ¿Qué es y qué medidas tomar durante una ratada?*  
Recuperado el 27/05/2022 de  
<https://www.argentina.gob.ar/salud/glosario/ratada>

Barud, A. (2019) *Perspectivas de la actividad forestal en Misiones*. En V Congreso Nacional de Derecho Agrario Provincial (Corrientes, 3 y 4 de junio de 2019). Recuperado el 11/07/2022 de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/81987/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/81987/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Biodic - Diccionario de Biología. Recuperado el 27/05/2022 de <https://www.biodic.net/palabra/culmo/#.YpKMgMPMKM8>

Chiluisa Mesías, J. A. (2020). *Determinación de la resistencia del bambú, como biomaterial de construcción* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). Recuperado el 11/07/2022 de <http://181.112.224.103/bitstream/27000/6650/1/PC-000845.pdf>

INBAR (2022) *Primera normativa internacional sobre el bambú de ingeniería para uso estructural*. Recuperado el 11/07/2022 de <https://www.inbar.int/es/norma-internacional-bambú-ingenieria/>

INTA (2011) *Informe Especial. Presencia N° 56*, 38-46. Recuperado el 11/07/2022 de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/presencia56\\_presencia56.qxd\\_.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/presencia56_presencia56.qxd_.pdf)

ISO. ORG. (2022) *Norma ISO 23478:2022, Estructuras de bambú. Productos de bambú de ingeniería. Métodos de ensayo para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas*. Recuperado el 11/07/2022 de <https://www.iso.org/standard/75683.html>

Morán Ubidia, J. A. (2002) *Preservación del bambú en América Latina, mediante métodos tradicionales*. INBAR. Recuperado el 11/07/2022 de [https://www.inbar.int/resources/inbar\\_publications/traditional-bamboo-preservation-methods-in-latin-america-preservacion-del-bambú-en-america-latina-mediante-metodos-tradicionales-english-spanish/](https://www.inbar.int/resources/inbar_publications/traditional-bamboo-preservation-methods-in-latin-america-preservacion-del-bambú-en-america-latina-mediante-metodos-tradicionales-english-spanish/)

MOSO® MasteringBamboo (2022) Recuperado el 22/05/2022 de <https://www.moso-bamboo.com/es/bambú/certificaciones/>

Ortiz, J. C. M. (2002) *Proyecto de norma comercial de clasificación por aspecto y usos para la bambúsacea autóctona Chusquea culeou (Colihue)*. Trabajo presentado para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Recuperado el 11/07/2022 de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2002/fifm357p/doc/fifm357p.pdf>

PNB (2022) *Norma Técnica Diseño y Construcción con Bambú*. Perú. Recuperado el 11/07/2022 de [https://www.usmp.edu.pe/ivuc/pdf/Proyecto\\_Normativo\\_Bambu.pdf](https://www.usmp.edu.pe/ivuc/pdf/Proyecto_Normativo_Bambu.pdf)

Ranjan, M., Iyer, N. & Pandya, G. (1986) *Bamboo and cane crafts of northeast India*. Development Commissioner of Handicrafts, Government of India.

Recuperado el 11/07/2022 de

<https://archive.org/details/bamboocanecrafts00ranj>

Rovere, A. & Molares, S. (2021) *Germinación de Chusquea culeou E.*

*Desv.(Poaceae): especie multipropósito, endémica de Argentina y Chile.*

Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Forestales;

*Quebracho*; 29; 1-2; 12-2021; 111-121. Recuperado el 11/07/2022 de

<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/150973>

Van der Lugt, P. (2021) *El potencial del bambú y la madera en masa para la industria de la construcción: una entrevista con Pablo van der Lugt.*

Recuperado el 11/07/2022 de

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/972331/el-potencial-del-bambú-y-la-madera-en-masa-para-la-industria-de-la-construccion-una-entrevista-con-pablo-van-der-lugt>