

Desde La Habana, Cuba, buenas tardes  
colegas del maravilloso grupo Conversatorio  
de bambú



**Mi nombre: Mederico Pascual Rojas Rojas**

Ingeniero en tecnología de elaboración de la madera

Graduado en la Academia Técnico-Forestal Kirova,

Leningrado, URSS, 1983

Máster en Vivienda Social, Facultad de Arquitectura de la

Universidad Politécnica de La Habana, 2008

# Agradecimientos

*En especial a nuestra estimada Arq. Carolina Zuluaga Zuleta, por brindarnos esta oportunidad de ser útil al Grupo latinoamericano y caribeño de bambuseros.*



# Conversatorio de bambú



**Exposición técnica sobre los tableros y paneles de bambú**

**Autor: MSc. Ing. Mederico Pascual Rojas Rojas**

**País: Cuba**

**Disarte Bambucultura**

**Grupo latinoamericano y caribeño de bambuseros**

**Fecha: 19 de junio de 2022**

**Vamos por la industrialización del bambú**

# INTRODUCCIÓN

El bambú es más exacto clasificarlo como una **planta especial**, que no es ni herbácea ni arbórea.



- 
- Características ecológicas y biológicas;
  - características que posee para su utilización;
  - sus propiedades,
  - lo que es esencial para el desarrollo de la industria del bambú



## En el mundo

1642  
especies

119  
géneros

Bambúes nativos en  
todos los continentes,  
excepto Europa





34,6 millones ha



1500 usos



Un billón de personas



# Importancia ecológica del bambú y sus plantaciones

Por consumir y fijar **CO<sub>2</sub>** atmosférico,  
generar **oxígeno** y **materia orgánica** a los suelos,  
Contribuir al **hábitat** de la flora  
la fauna  
y al **mejoramiento** y **embellecimiento** del paisaje.



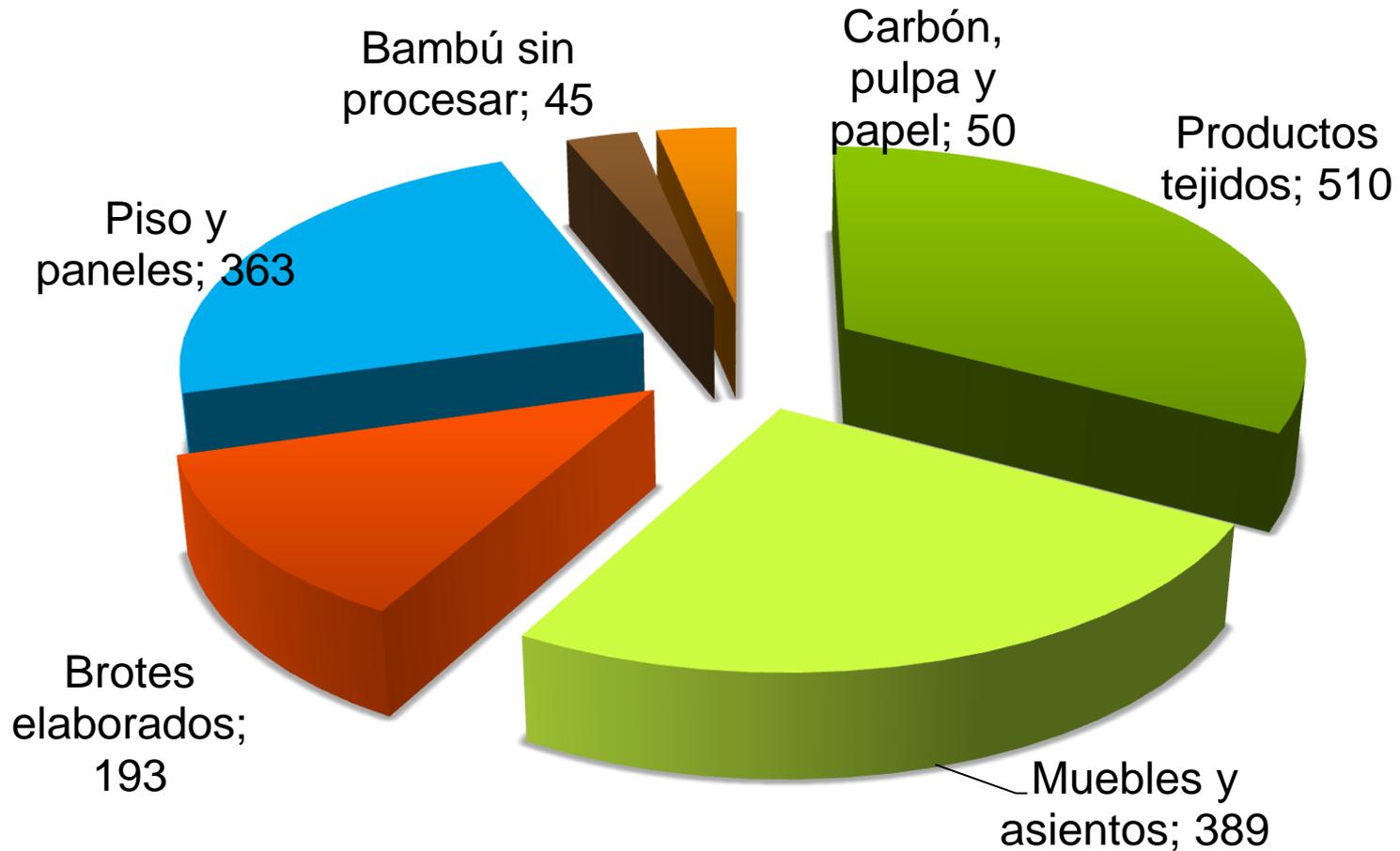
# Significado social

Contribuye a la generación de:  
**empleo a millones de personas,**  
**alimento humano y animal,**  
millones **de viviendas y artículos**  
para el hogar.



# Aporte económico

## El comercio mundial en 2012



# La industrialización del bambú

Unos de los aportes,  
consisten los  
tableros y paneles,  
pero:

generando  
**demanda de  
conocimientos**

Materiales  
adhesivos y  
acabado



La **demanda de conocimientos** para la adecuada organización de la producción de tableros y paneles de bambú y su sostenibilidad en el tiempo, exige:

**información técnica,**

**metodologías de estudios**

**y cálculos de rentabilidad.**

"Bambúcultura" tiene como **objetivo promover los avances y soluciones a las problemáticas de diferentes disciplinas del bambú**, buscando suscitar alianzas en América Latina y en el Caribe en temas de: **construcción sostenible, silvicultura, innovación tecnológica y la cadena productiva del bambú.**

Por ende, se establece como **objetivo de este trabajo:**

**Exponer información técnica** sobre el bambú, su anatomía, composición química y propiedades físico-mecánicas, así como las tecnologías, maquinarias, materiales, propiedades físico-mecánicas y aplicaciones de los tableros y paneles.

# La implementación de políticas de industrialización del bambú va aparejada a:

El **aprovechamiento integral y racional del bambú**, los resultados positivos de investigaciones de la sostenibilidad de las plantaciones y la factibilidad económica de las industrias.



Donde los **residuos**, por ejemplo en la producción de tableros contrachapados, se denominen **subproductos**, que a su vez sean las materias primas para otros tipos de tableros o productos como briquetas y pellets.



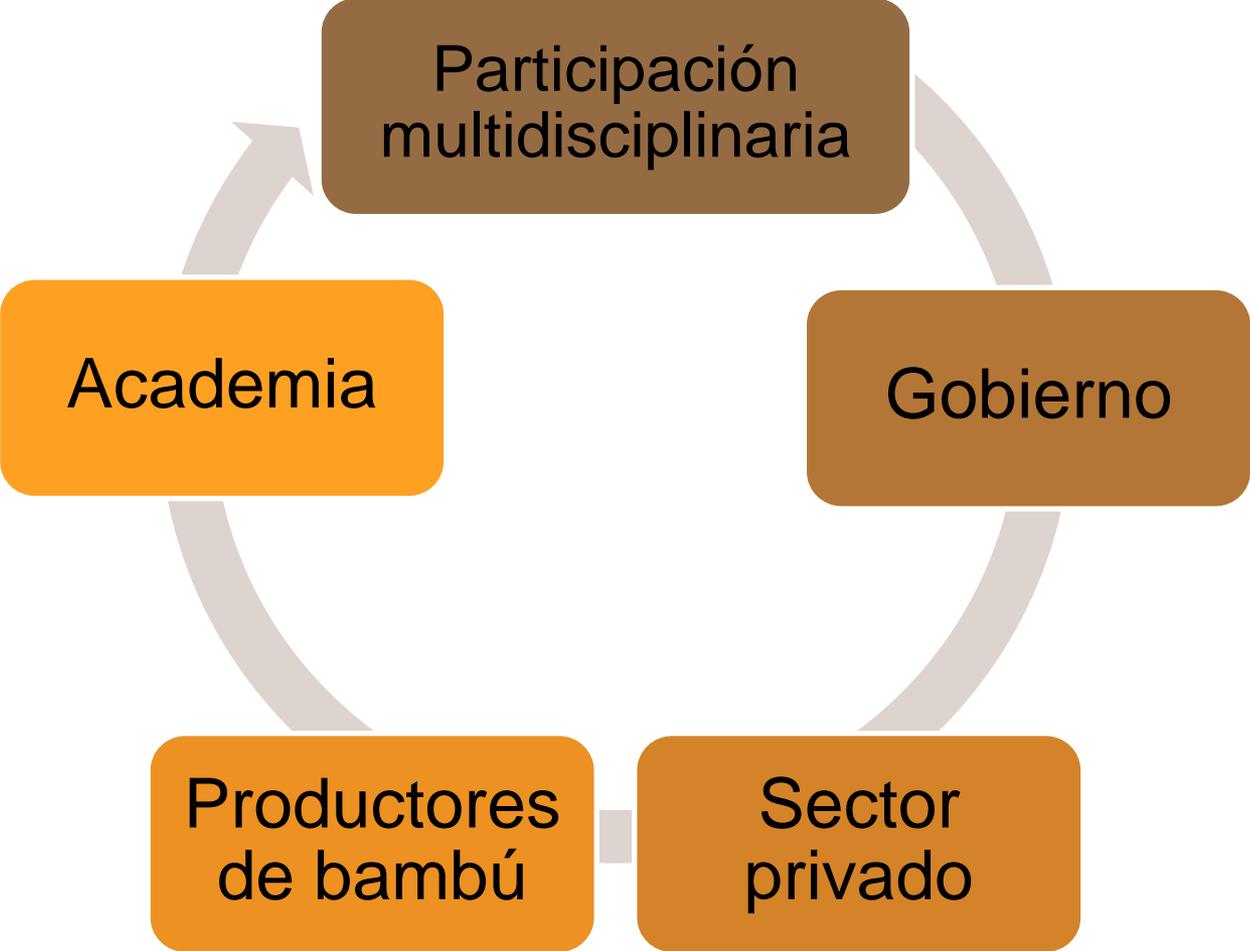
# Sostenibilidad y eficiencia

Aprovechamiento  
integral y racional  
del bambú

garantiza la  
sostenibilidad

y la eficiencia  
industrial.

# Para lograr la sostenibilidad y el éxito del proyecto industrial



Como complemento, en sostenibilidad del uso de bambú y sus compuestos, en especial en el empleo en la construcción de viviendas, se determinó en una reunión de trabajo de **INBAR**, denominada **Declaración de Pittsburgh** lo siguiente:

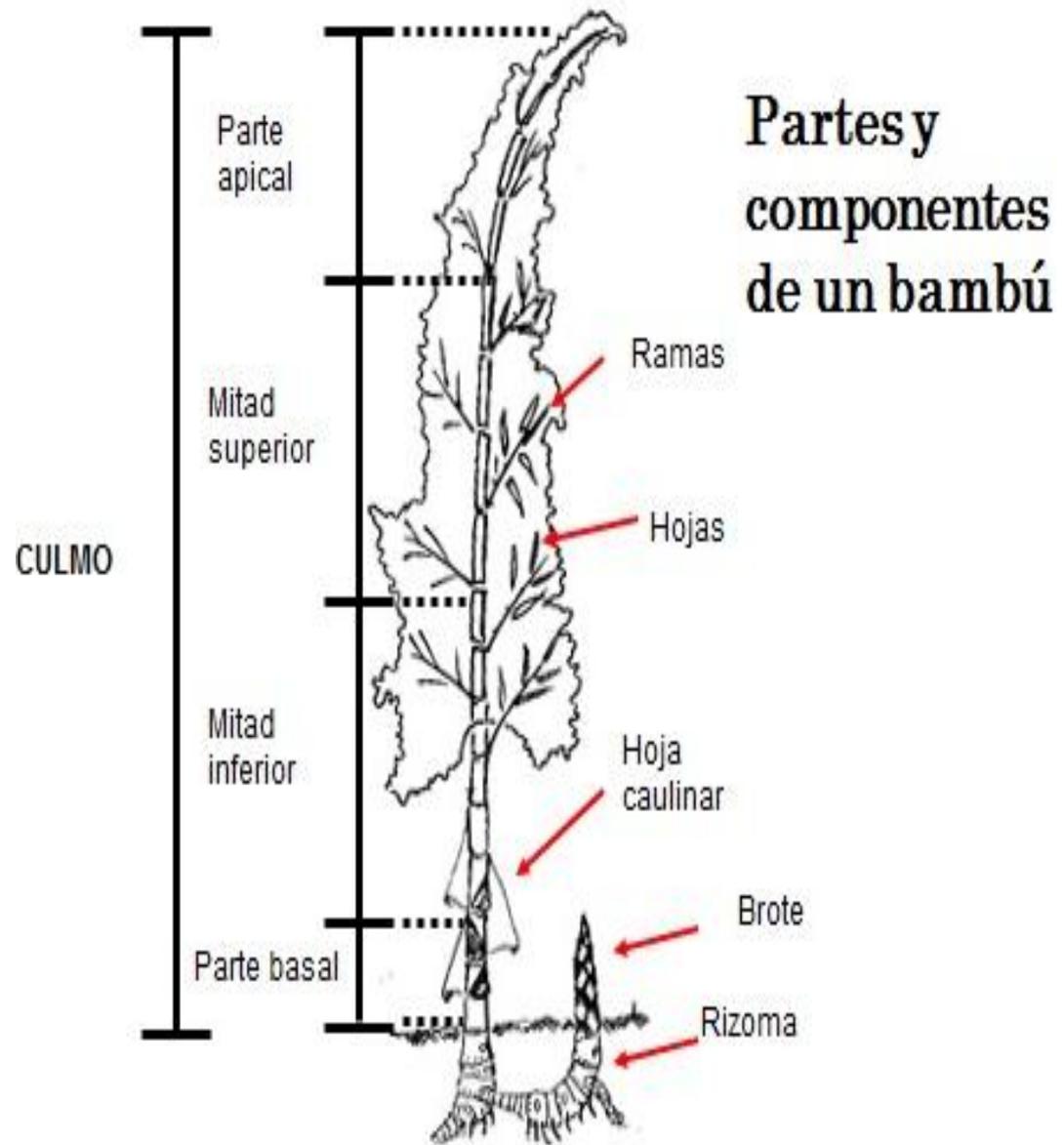
Visión: **el bambú como un material de construcción para el siglo 21.**

...haciéndose hoy urgente la necesidad de usar el bambú en programas modernos de construcción de viviendas.

La recomendación No. 5 expresa la invitación a los investigadores, a los hombres de negocios y a la industria a validar la adopción de estándares de ensayos del bambú, como una base para la estandarización de los productos compuestos de ingeniería de bambú con **las normas ISO TCs 165 y 296.**

# Anatomía y composición del bambú

El bambú es una monocotiledónea de la familia *Poaceae*, subfamilia *Bambusoideae*, crecimiento: 10 a 20 cm/día, el diámetro del culmo al emerger de la tierra es el mismo que tendrá de por vida.



La floración de los bambúes puede ser gregaria o esporádica. Se denomina gregaria cuando todos los miembros de una generación determinada, con un origen común, entran a la etapa reproductiva aproximadamente al mismo tiempo.



## **CULMOS**

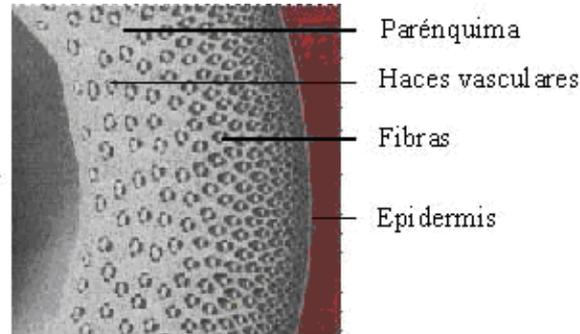
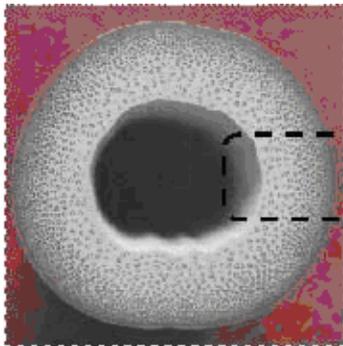
Los culmos (tallos) están formados por nudos y entrenudos.

Los entrenudos son mayormente huecos y el espesor de sus paredes varía entre especies y disminuye desde la base hacia el ápice.



# FIBRAS

Las fibras constituyen el tejido esclerenquimatoso y se localizan alrededor de los haces vasculares; contribuyen con el 40-50% del total del tejido del culmo y con el 60-70% de su peso.



## **CORTEZA**

La corteza es la parte externa del culmo y sus funciones son prevenir la pérdida de agua y proteger el tejido. La alta concentración de cuerpos silicios en ella contribuye a su dureza.



Según la edad así se reflejarán **el brillo y el color** de la corteza:

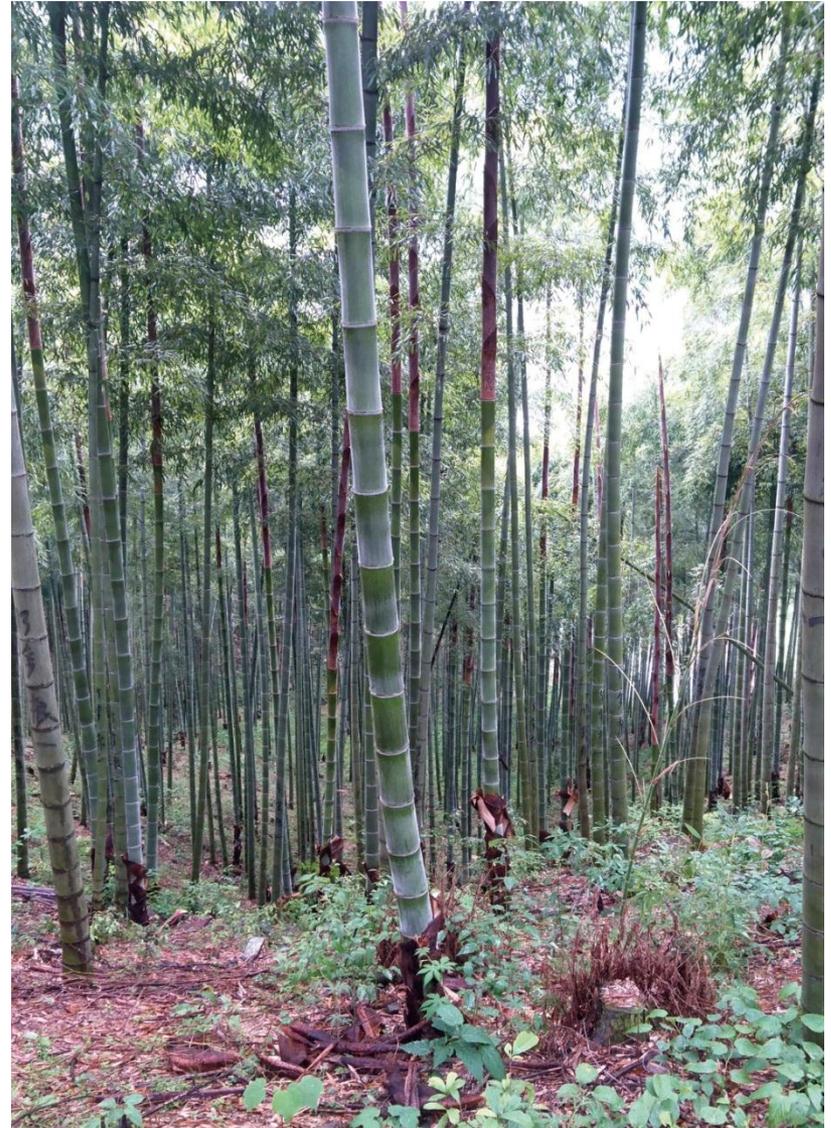
- ✓ Hasta los 2 años el brillo es alto y el color es verde intenso.
- ✓ A partir del 3er año comienza a perder el brillo y el color verde deja de ser intenso.
- ✓ Ya sin brillo y con manchas cenizas refleja el estado maduro, ha alcanzado la edad de 4 a 6 años.
- ✓ A partir de los 6 años el bambú ya está sobre maduro y toma un color beige.



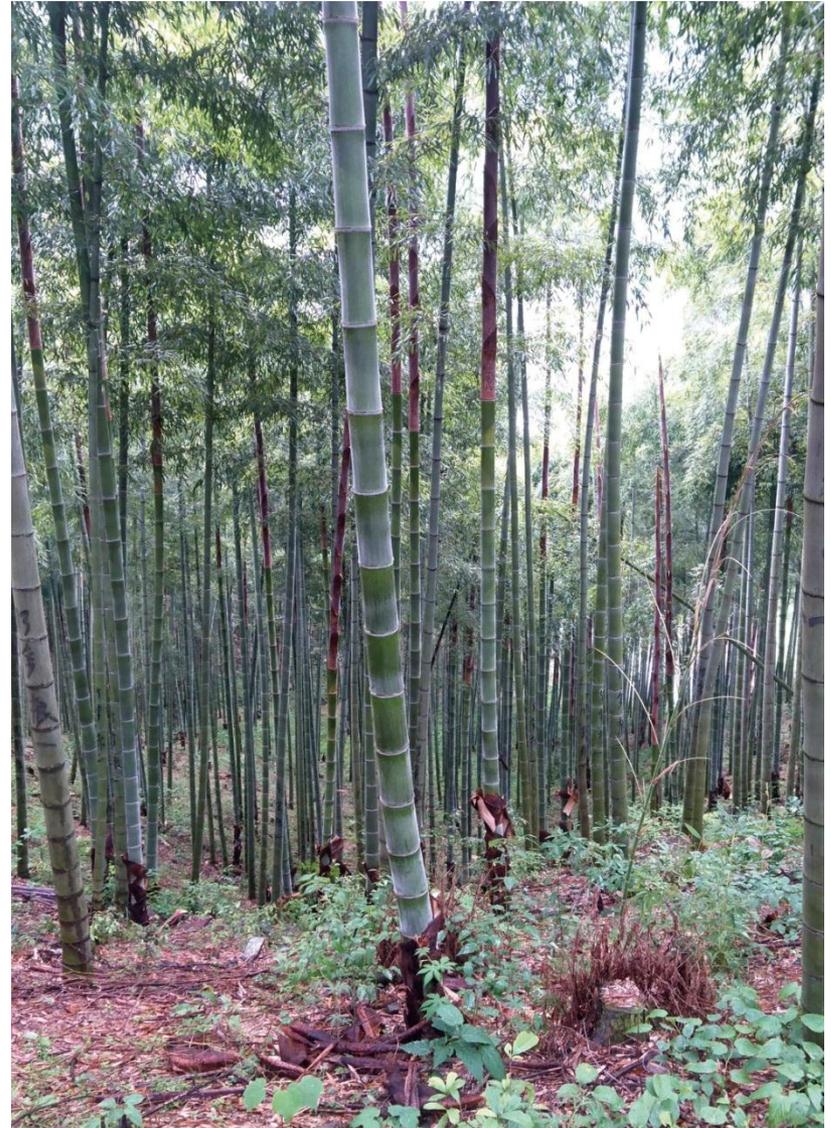
*Bambusa vulgaris* verde, madura y sobre madura

## **NUDOS Y ENTRENUDOS**

Los nudos son algo más gruesos que los entrenudos y en ellos nacen las hojas y las yemas. Los nudos dan a los culmos mayor rigidez, flexibilidad y resistencia. Son de paredes gruesas y tabicadas.



Los entrenudos varían de largo, se acortan hacia la base y se alargan considerablemente a pocos o varios metros posterior a esta. Pueden ser huecos o macizos.



# Composición química

**Pentosan (20-25%)**

**Celulosa (60-70%)**

**Hemicelulosa + lignina (20-30%)**

**Resinas, taninos, ceras, sales inorgánicas, cenizas y sílice**

**Glucosa, fructosa y sacarosa**



# ESPECIES DE BAMBÚES RECOMENDADAS PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS

En la fabricación de tableros, se destacan:

*Phyllostachys edulis* (bambú Moso)

*Dendrocalamus asper* y *Phyllostachys edulis* H.de.Leh

*Guadua angustifolia* Kunth.





*Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland es la más común de las 28 especies leñosas introducidas en el país y las óptimas para tableros son: *B. bambos*, *B. longispiculata* Gamble, *B. polimorpha* Munro, *B. striata*, *B. vulgaris* Schrader ex Wendland, *D. asper* (Schult) Backer y *G. angustifolia* Kunth [8].

# ADHESIVOS Y ADITIVOS

Los adhesivos son utilizados para unir los elementos de bambú entre sí y poder darles consistencia y forma. Los más empleados son:

**urea- formaldehído (UF) y acetato de polivinilo (PVA)**

para interiores,

**urea - melamina formaldehído (MF) y fenol**

**formaldehído (PF) para exteriores.**

# ADHESIVOS Y ADITIVOS

Los adhesivos pueden incorporar aditivos tales como:

- a. ceras** (para aumentar la repelencia a la humedad);
- b. retardantes del fuego** (para mejorar la reacción al fuego);
- c. insecticidas** (para elevar la resistencia a los insectos xilófagos);
- d. fungicidas** (para incrementar la resistencia a los hongos xilófagos)
- e. y endurecedores** (para mejorar las prestaciones del adhesivo).

# ACABADO

El acabado de las superficies de los tableros y paneles se establece para brindar:

**uniformidad en los colores,**

**protección contra la humedad,**

**elegir la durabilidad y belleza.**



# PRESENTACIÓN DE LOS TABLEROS DE BAMBÚ

El tablero de bambú es un producto plano, obtenido en un proceso de unión de elementos que pueden ser: tablillas (latillas), tejidos (esteras), partículas o fibras, los cuales son unidos entre sí por un adhesivo bajo una presión, temperatura y tiempo determinados.



# 1. Tableros tejidos de bambú (Mat plybamboo)

Espesor de las cintas de 0,5 a 1 mm  
Con capas impregnadas con resina



## 2. Tableros de tablillas verticales de bambú (Curtain Plybamboo)

Tablillas (latillas) de bambú, con espesores y anchos mayores de 4 mm y 20 mm



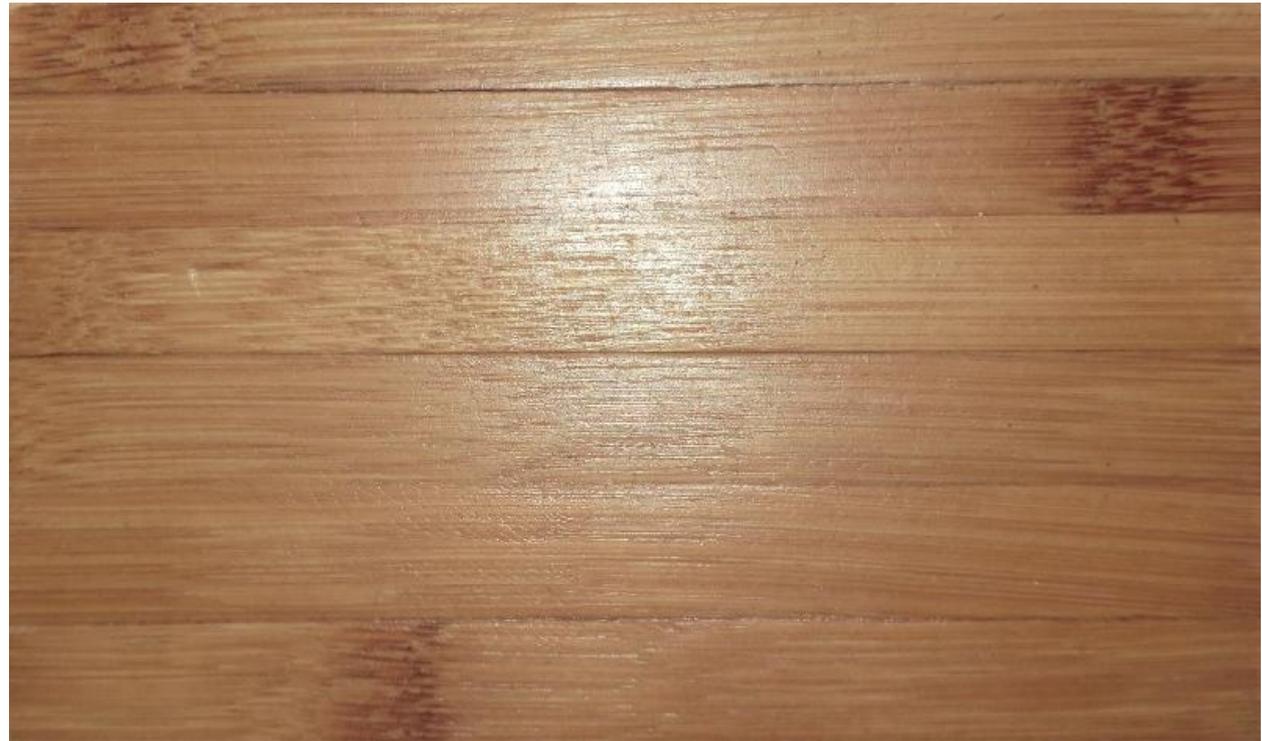
### 3. Tablero de capas horizontales de tablillas de bambú (Laminated Bamboo of Strips)

Tablillas  
(latillas)  
encoladas por  
los cantos,  
luego  
ensambladas  
y prensadas  
en forma de  
capas  
paralelas.



## 4. Tablero de capas de tablillas contrachapas de bambú (Plybamboo)

Tablillas ordenadas en forma contrachapada (cruzada), alternándose una capa longitudinal con otra transversal.



## Otros tableros: de partículas y de fibras de densidad media (MDF)



## **Panel vertical de bambú (Vertical Bamboo Panel)**

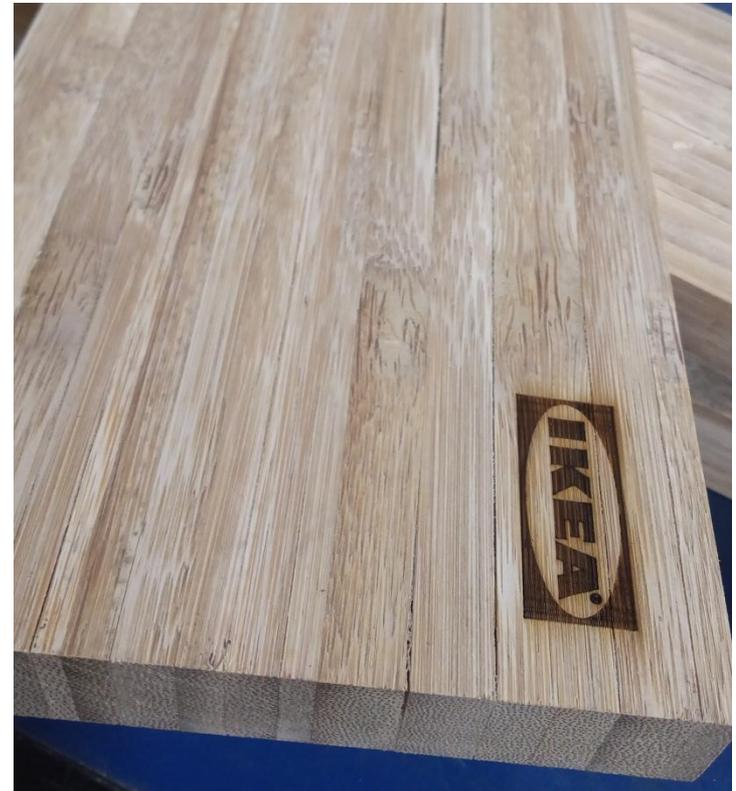


## **Panel horizontalal de bambú de 3 capas (Horizontal Bamboo Panels - 3 layers)**



# Tableros y laminados fabricados en América Latina

Tableros de Bamboo Boards MX ®, México



# The Best Bamboo Boards con laminados de Guadua, Colombia



# Tableros desarrollados en la Planta ecomateriales bambú, Ecuador



# Procesos tecnológicos de elaboración de los tableros de bambú

## Proceso de elaboración del tablero tejido de bambú

1. Corte de las trozas de bambú según la longitud deseada;
2. Corte de las trozas en listones;
3. Eliminación de los nudos y las capas exterior e interior de los listones;
4. Elaboración de las tiras o cintas a un ancho de 20 – 30 mm y un espesor de 0,5 – 1 mm;
5. Tejido de las esteras (capas);
6. Secado al aire de las esteras hasta un contenido de humedad de 10~12%;
7. Inmersión de las esteras secas en una disolución de resina de paraformaldehído (PF) al 37%, a un nivel de 200 g/m<sup>2</sup>;
8. Secado de las esteras encoladas hasta el 10-15% de contenido de humedad;
9. Montaje de las esteras en un paquete;
10. Prensado caliente entre 130~140 °C, con un tiempo de presión entre 1,5~2 min/mm y una presión de 3-3,5 MPa.
11. Corte del formato. El formato final del tablero tejido de bambú es de 244 x 122 cm

## **Proceso de elaboración del tablero vertical**

1. Corte de las trozas de bambú según la longitud deseada;
2. Corte de las trozas en listones, en bruto, en una sierra circular doble;
3. Eliminación de los nudos y las capas exterior e interior de los listones, convirtiéndolos en tablillas;
4. Curado de las tablillas;
5. Secado de los tablillas;
6. Secado en un horno de las tablillas hasta un contenido de humedad de 10~12%;
7. Calibrado de las tablillas;
8. Encolado de los bordes de las tablillas;
9. Conformado de las capas;
10. Prensado caliente entre 130~140 °C, con un tiempo de presión entre 1,5~2 min/mm y una presión de 3-3,5 MPa, también puede ser prensado en frío.
11. Corte del formato. El formato final del tablero vertical de bambú puede tener diferentes dimensiones.

## **Proceso de elaboración del tablero horizontal**

1. Corte de las trozas de bambú según la longitud deseada;
2. Corte de las trozas en listones, en bruto, en una sierra circular doble;
3. Eliminación de los nudos y las capas exterior e interior de los listones, convirtiéndolos en tablillas;
4. Curado de las tablillas;
5. Secado de los tablillas;
6. Secado en un horno de las tablillas hasta un contenido de humedad de 10~12%;
7. Calibrado de las tablillas;
8. Encolado de los bordes de las tablillas;
9. Conformado de las capas y encoladas por sus caras interiores;
10. Prensado caliente entre 130~140 °C, con un tiempo de presión entre 1,5~2 min/mm y una presión de 3-3,5 MPa, también puede ser prensado en frío.
11. Corte del formato. El formato final del tablero horizontal de bambú puede tener diferentes dimensiones.

# **MAQUINARIAS Y ACCESORIOS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS TABLEROS DE BAMBÚ**

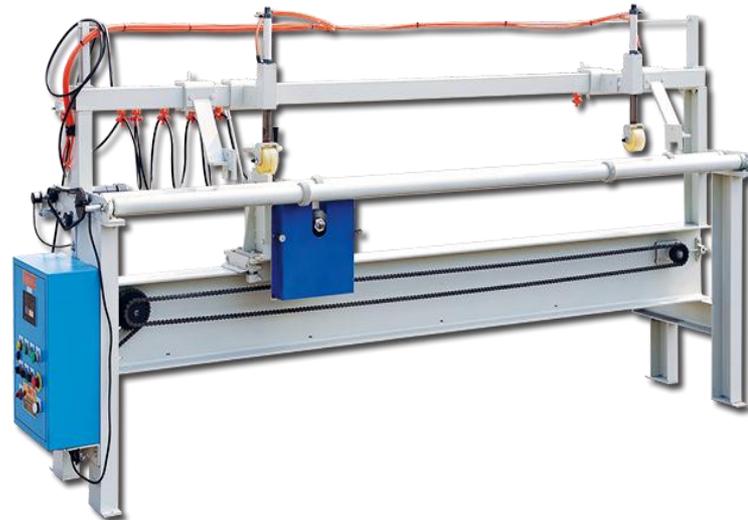
La industrialización de la fabricación de los tableros de bambú requiere maquinarias y accesorios que permitan procesar los culmos hasta convertirlos en tableros con o sin acabado.



Sierra radial



Sierra paralela doble



Sierra automática

Cortadora por impacto



Quita nudos



Cortadora de cintas



Máquina cortadora por impacto con control numérico



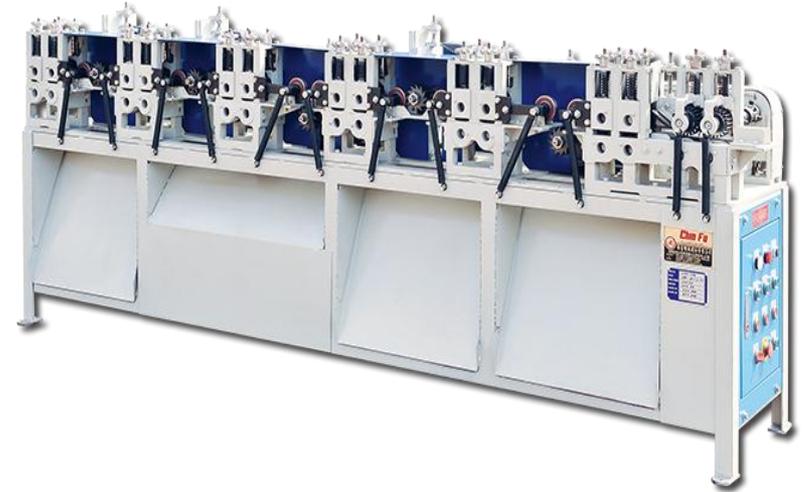
Cepilladora de alta velocidad



Tina con calentador



Cepilladora de 4 caras

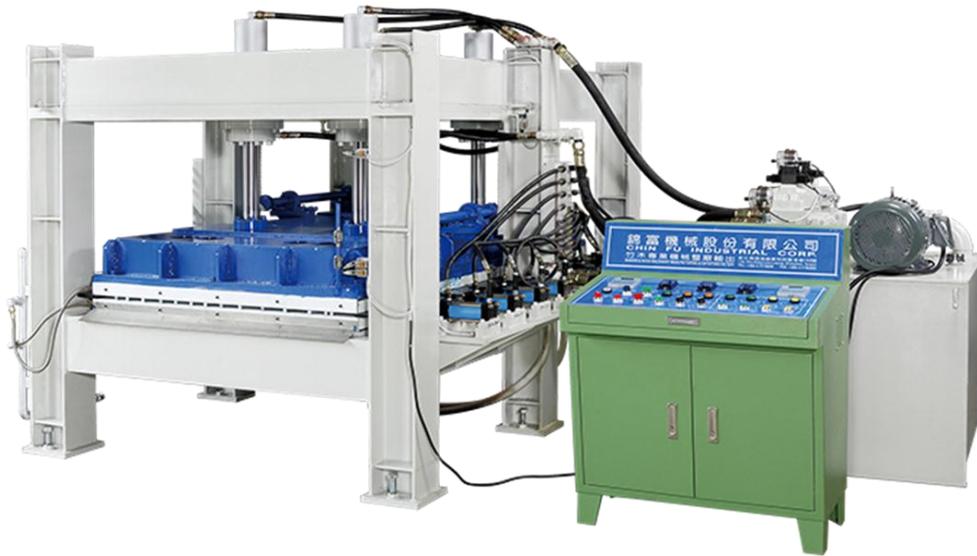


Cepilladora de 6 ejes



Autoclave para carbonizar

Mezcladora



Prensa de 1 plato



Prensa de 3 platos



Prensa de 1 plato



Extractor de virutas y polvos

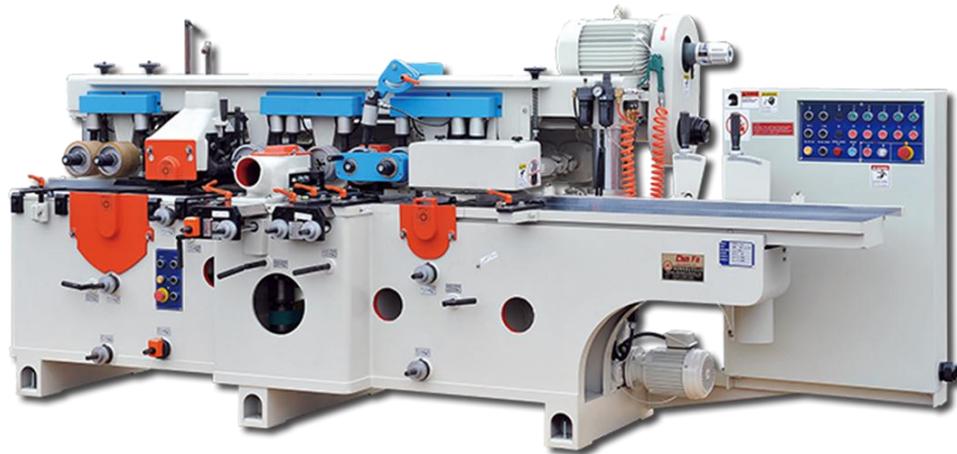


Radiador





Lijadora de banda



Cepilladora – moldurera de 6 ejes



- 最大加工長
- 最短加工長
- 最大加工寬
- 最大夾鉗厚
- 鋸片直
- 鋸軸直
- 鋸軸轉
- 鋸片選轉角
- 立軸直
- 馬
- 淨
- 毛
- 機體尺
- 裝箱尺

Cortes netos y moldurar

BAMBOO / WOOD FLOORING COATING FLOW CHART (AUTO COATING LINE)

**CYM-121**  
 粉塵清除機  
 Surface dust cleaner



**CYM-116**  
 背面塗裝-固化機  
 Backside Coating And Curing Machine



**CYM-113**  
 滾筒式塗裝機 2'  
 Roller Coating Machine 2'



**CYM-125**  
 紅外線乾燥機  
 Infrared curing machine



**CYM-122**  
 補土機  
 Patching machine



**CYM-114**  
 紫外線固化機 2' (單燈)  
 Uv Curing Machine 2' (Single Lamp)



**CYM-126**  
 輸送機  
 Conveyor



**CYM-113**  
 滾筒式塗裝機 2'  
 Roller Coating Machine 2'



**CYM-114**  
 紫外線固化機 2' (單燈)  
 Uv Curing Machine 2' (Single Lamp)



**CYM-115**  
 底漆砂光機 2'  
 Primer Sanding Machine



**CYM-113**  
 滾筒式塗裝機 2'  
 Roller Coating Machine 2'



**CYM-114**  
 紫外線固化機 2' (單燈)  
 Uv Curing Machine 2' (Single Lamp)



成品  
 Finishing product

# CARACTERIZACIONES FÍSICO – MECÁNICAS Y PROPIEDADES DE LOS TABLEROS

Para los productores, comercializadores e investigadores constituye un requisito caracterizar las propiedades de los tableros, porque muestran características estándares, significativas para la producción, la comercialización y el uso.

**Propiedades físicas:** densidad, contenido de humedad, absorción de agua, dilatación, conductividad térmica, transmisión del sonido, resistencia eléctrica, dureza

**Propiedades mecánicas:** resistencia a: la flexión, la tracción y extracción del tornillo. Módulo de elasticidad

# Caracterizaciones mecánicas



Resistencia a la flexión

## Resistencia a la tracción



# Caracterizaciones mecánicas

Resistencia a la tracción del tornillo por el canto

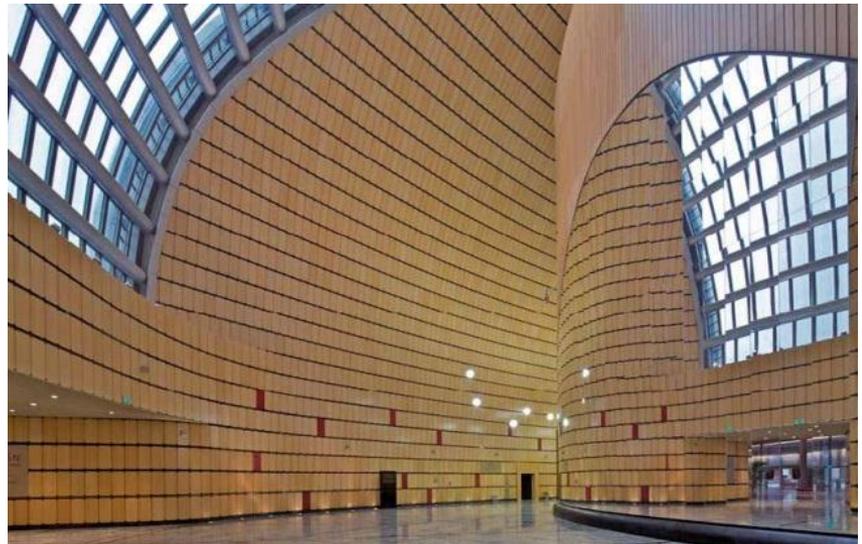


Resistencia a la tracción del tornillo por la cara



# Algunas aplicaciones de los tableros y paneles





## **CONCLUSIONES**

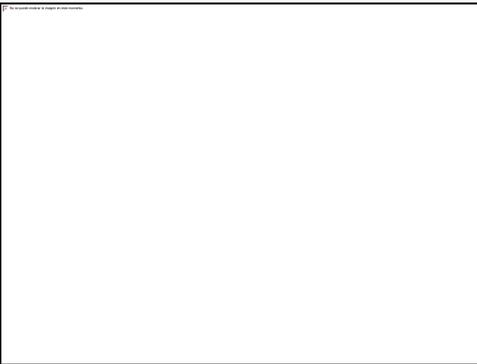
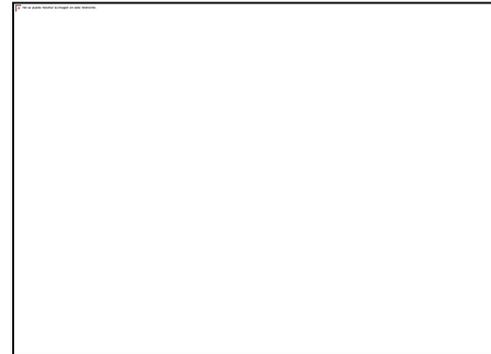
Se ha mostrado en el trabajo información técnica sobre el bambú, su anatomía, composición química y propiedades físico-mecánicas, así como las tecnologías, maquinarias, materiales, propiedades físico-mecánicas y aplicaciones de los tableros y paneles, todo lo cual permite tener una visión global sobre los conocimientos de estos materiales, que se requieren para su eficiente industrialización.

# RECOMENDACIONES

1. Redactar una segunda versión con datos e informaciones técnicas más precisas.
2. Redactar un trabajo sobre los compuestos y la madera de ingeniería de bambú.
3. Invitar a especialistas, investigadores y fabricantes de tableros de bambú a la redacción de una segunda versión y al trabajo sobre los compuestos y la madera de ingeniería de bambú.

.

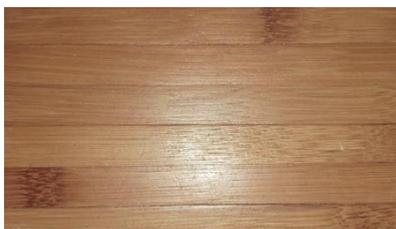
# Experiencia de la India en la fabricación de tableros tejidos



# Fábrica de tableros, muebles y cortinas de bambú con maquinaria y asesoría de CHIN FU en África



# Breve reseña de la experiencia cubana en el diseño y fabricación de tableros de bambú 2005-2008



Los tableros de tres capas de bambú fueron caracterizados en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) en el año 2007.



Valores medios de las propiedades físicas del tablero

Espesor, mm	Densidad, kg/m <sup>3</sup>	Contenido de humedad, %	Absorción de agua, %		Dilatación, %	
			2h	24h	2h	24h
18	750	17	14.3	40.5	1.2	9.7

Valores de las propiedades mecánicas del tablero

Flexión, N/mm <sup>2</sup>	Tracción perpendicular, N/mm <sup>2</sup>	Agarre del tornillo, N	
			⊥
54,59	0,82	1496	1229

Entre los años 2012-2013 se desarrollaron varios prototipos primero un tablero de tejidos aglutinado con resina urea paraformaldehído y un segundo de fibras de bambú.



Tablero de fibras

Tablero tejido con protección de la resina Ri 1001



Tableros de tres capas y de cinco capas tejidas

**Muchas gracias** por esta hermosa oportunidad, compartiendo informaciones y conocimientos con ustedes.

Estaré atento a vuestras preguntas, observaciones, señalamientos y a invitaciones para industrializar el bambú. Esta exposición va acompañada por un texto, el cual le haremos llegar.

Contacto:



Emails: [mederico2025@gmail.com](mailto:mederico2025@gmail.com)

[WhatsApp: +53 58756105](https://www.whatsapp.com/chat?phone=5358756105)

[FB: Mederico Rojas](https://www.facebook.com/MedericoRojas)