

1-137100



Ministerio de Comercio, Industria y Turismo  
**artesanías de colombia s.a.**

73

**Ministerio de Comercio, Industria y Turismo  
Artesanías de Colombia S.A.**

**Centro de Diseño**

**Programa Nacional de Cadenas Productivas  
Cadena Productiva de la Guadua  
Quindío**

**Seis Procesos Productivos Mejorados  
Tecnológicamente**

**Desarrollo y Pruebas de Modelos y Prototipos de  
Nuevos Equipos y Herramientas**

**D.I. Alvaro Ivan Caro niño**

**Bogotá D.C. Enero de 200**

**Ministerio de Comercio, Industria y Turismo  
Artesanías de Colombia S.A.**

**Centro de Diseño**

**Programa Nacional de Cadenas Productivas  
Cadena Productiva de la Guadua  
Proyecto Fomipyme**

**D.I. Alvaro Ivan Caro niño**

**Bogotá D.C. Enero de 2005**



Ministerio de Comercio, Industria y Turismo  
**artesañas de colombia s.a.**

**Cecilia Duque Duque**  
**Gerente General**

**Ernesto Orlando Benavides**  
**Subgerente Administrativo y Financiero**

**Carmen Inés Cruz**  
**Subgerente de Desarrollo**

**Lyda Del Carmen Díaz López**  
**Coordinadora del Centro de Diseño**

**D.I. Alvaro Ivan Caro Niño**  
**Ejecutor**

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. Introducción</b>	5
<b>2. Antecedentes</b>	6
<b>3. Generalidades</b>	6
3.1. Guadua Rolliza	6
3.1.1 Corte y Transporte	7
3.1.2. Preservación	8
3.1.3. Secado y Control de Humedad	8
3.1.4. Uniones y ensamblés	9
3.1.5. Lijado y pintura	9
<b>3.2. Laminados con latas de guadua</b>	10
3.2.1. Corte de la Materia Prima	10
3.2.2. Preservación	11
3.2.3. Secado y Control de Humedad	12
3.2.4 Uniones y ensamblés	12
3.2.5. Acabados	12
<b>4. Asesoría en Diseño por Actividades</b>	13
4.1. Corte	14
4.2. Acabados	16
4.3. Ensamble	21
4.4. Doblado	21
4.5. Preservación y Secado	22
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones</b>	26
<b>6. Anexos</b>	26

## 1. Introducción.

Las comunidades que elaboran productos en guadua, se han visto obligados a readaptar sus procesos para poder trabajar esta especie de bambú endémico de Colombia, es decir originario del país, con características estructurales muy particulares que lo hacen muy fuerte y a la vez fibroso, como consecuencia, su procesamiento es complejo y está en constante cambio y evolución.

La mayor parte de la maquinaria y herramienta que usan los artesanos, ha sido copiada de tecnologías de otros países y adaptada al proceso y en algunos casos creada o inventada por los mismos por la necesidad de mejorar y optimizar el trabajo dependiendo del uso de la materia prima.

Es así, a pesar de todo el trabajo que se ha venido desarrollando que todavía hay mucho por hacer por el sector, sobretodo en el área de mejoramiento tecnológico y de procesos conducente hacia la consolidación de una producción de excelente calidad para poder competir con mercados más amplios y especializados.

Este documento contiene la intervención realizada en varios de los procesos: corte, ensamble, secado e inmunizado, doblado, y acabados, que hasta hace poco tiempo ocasionaban perdidas, ya sea por la constante experimentación sin fundamentos teóricos y al azar por parte de algunos empresarios y artesanos, como por la elaboración de prototipos que ocasionaban perdidas de dinero de tiempo y eficiencia en la producción.

Los procesos productivos mejorados están ligados en su estructura con el desarrollo y prueba de modelos o prototipos de nuevos equipos y herramientas para la cadena de la guadua, es por esta razón que se presentan como un solo producto ya que la intervención fue pensada para cumplir con estas dos metas.

Pues bien, es así como se genera una ventana de oportunidad para mejorar los procesos productivos, los cuales seguramente servirán como referente o punto de partida para crear nuevas y apropiadas tecnologías, no solamente por parte de los artesanos, sino de las entidades involucradas dentro del proceso productivo para la Cadena Productiva de la Guadua.

## 2. Antecedentes.

La Cadena Productiva de la Guadua siempre a estado en constante cambio y evolución, sobre todo en la parte de producción, debido a que se han venido adaptando tecnologías para el procesamiento de la materia prima, obteniendo diferentes tipos de productos clasificados de la siguiente manera: guadua rolliza, laminados en latas de guadua y cestería, cada uno de éstos con sus propios requerimientos técnicos y de producción.

Los artesanos muchas veces por falta de información e investigación, han venido realizado pruebas de experimentación basados en su empirismo, con resultados que les han ocasionado perdidas significativas de dinero e inversiones innecesarias que se podrían optimizar con capacitaciones para el manejo adecuado de la materia prima con herramientas sencillas y económicamente viables para su implementación. Para hacer lo correcto correctamente debemos apoyarnos en las investigaciones desarrolladas por las entidades involucradas como las Universidades, las Corporaciones Regionales, el INBAR (Internacional Network for Bambú and Ratan), y las personas especialistas en el tema como el Ingeniero Jorge Augusto Montoya de la Universidad Tecnológica de Pereira quien desarrollo las capacitaciones de preservado y secado para la cadena, Ximena Restrepo especialista en el tema, Jörg Stamm director de la GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit o Agencia técnica de Cooperación Alemana) y algunos empresarios y artesanos como: Hernán Rodríguez Nieto, Julián Ospina, Jhon Jairo Ocampo, Javier Restrepo, Rubelio Giraldo entre otros, que con su experiencia e investigación han logrado avanzar mucho en el tema y que con sus aportes han contribuido con el crecimiento y la consolidación del sector.

## 3. Generalidades

Como punto de partida para el desarrollo de esta meta tan importante, es necesario conocer las necesidades y la problemática de cada eslabón de la Cadena Productiva, con el fin de identificar los problemas técnicos en los procesos productivos que ocasionan demoras o pérdidas de dinero durante el proceso de transformación de la materia prima.

### 3.1. Guadua Rolliza.

#### 3.1.1 Corte y Transporte

Las comunidades que trabajan con guadua rolliza cortan el material en fase lunar de cuarto menguante, el fin reducir los contenidos de humedad y hacer que la planta obtenga una resistencia mayor al ataque de hongos e insectos.



El corte lo hacen con machete en horas de madrugada, luego dejan los tallos recostados sobre otros lo más verticalmente posible y aislados del suelo liberando sus contenidos de humedad, usan piedras u otras guaduas como superficies de apoyo. Después de veinte días regresan para llevar la materia prima a los proveedores locales que por lo general son depósitos de madera y algunos talleres si es por encargo.

Para trasladar la materia prima a su destino final usan diferentes medios de transporte: en primer lugar se encuentran los recolectores o beneficiadores del recurso, su función aparte del corte es alistar las guaduas quitándoles los residuos, hojas y espinas de su corteza, en segundo lugar se valen de la tracción animal con la ayuda de mulas cargando las guaduas en unas maletas especiales diseñadas para este fin, y en tercer lugar usan el vehículo que puede ser camioneta, camión, dobletroque, o tractomula.

### **Aspectos a tener en cuenta durante el corte y el transporte de la Materia Prima**

Las variables que ocasionan el rajado o las fisuras de la materia prima son:

La manipulación durante el proceso de corte: cuando cortan el tallo y este cae al suelo el golpe ocasiona una fisura interna que más adelante se manifiesta en el exterior convirtiéndose en una grieta.

No se ha investigado pero durante el traslado de la materia prima, sería importante a través de una prueba de "compresión" determinar el nivel de apilabilidad soportado por el material en su estado natural, con el fin de verificar su resistencia sin presentar fisuras o grietas.

#### **Recomendación.**

Implementar un módulo que permita el corte y la recolección del material en el cultivo

### **3.1.2. Preservación**

El proceso lo hacen por inmersión en tanques especiales de concreto, para obtener la mayor penetración en el material usan pentaboratos que son sales de bórax y ácido bórico.

### **Aspectos a tener en cuenta durante el proceso de inmunizado**

#### **Prueba de la Cúrcuma**

Realizar pruebas de penetración y retención de los preservantes (Anexo prueba de la cúrcuma)

Realizar pruebas de niveles de concentración y PH de los preservantes y cantidades a usar de los mismos es decir determinar las proporciones a usar ya que en algunos casos se está desarrollando de forma empírica, presentándose tres fenómenos, el primero es el ataque de insectos por la poca penetración y retención del preservante el segundo es la presencia de



hongos y manchas en la materia prima procesada y finalmente la descomposición de la mezcla por el tiempo requerido para su procesamiento.

### **3.1.3. Secado y Control de Humedad**

La guadua en la zona del Eje Cafetero se encuentra en un nivel de humedad relativa que oscila entre el 80 y el 85 %

Por ser un material natural éste absorbe y libera humedad del ambiente constantemente, para reducir la humedad de la materia prima es necesario seguir los siguientes pasos:

Uso de talanquera para liberar toda esa humedad hasta obtener un nivel del 35%.

Después de lograr ese 35% se deben pasar los tallos a un sitio cubierto y aireado protegido de las inclemencias del clima, con el fin de reducir al máximo los niveles de humedad.

Finalmente se introducen en las cámaras de secado hasta obtener un nivel óptimo que puede variar entre el 8 y el 15% según el referencial.

### **Aspectos a tener en cuenta con el secado de la Materia Prima**

En esta etapa del proceso se deben tener en cuenta dos variables:

El control de la temperatura al exponer los tallos directamente a las inclemencias del clima y verificar si el 35% de humedad se logra o no a través del uso de las talanqueras (comprobación con Higrómetro)

En los hornos de secado, controlar periódicamente la temperatura y hacer estadísticas de los resultados obtenidos.

Controlar el giro de los tallos en la talanquera 90 grados diariamente puede tener sus inconvenientes ya que el clima es variable, este aspecto interviene también en el rajado de la guadua ya que si el sol está muy fuerte y le da en un solo lado, ésta reacciona como cualquier madera rajándose y formándose fisuras.

En el caso del secado de la guadua rolliza, la talanquera debe tener un soporte que permita girar los culmos que pesan entre 50 a 100 kilos cada uno y ser cubiertos para agilizar el secado que es de dos meses, ésta operación la realiza un solo operario demandando mucho tiempo y esfuerzo.

### **Prueba de Comparación por Diferencia de Cuadrados**

La prueba de laboratorio consiste en comparar los dos métodos el del secado al natural y el del secado artificial o en horno, usando instrumentos de medición adecuados para el proceso como un higrómetro o medidor de humedad, un horno y una balanza analítica.

La prueba consiste en obtener secciones de guadua ya sea rolliza o latas sometiéndola a los dos procesos de secado. Después de la prueba tomar los datos con los instrumentos y las fórmulas requeridas y realizar el ejercicio de la prueba de cuadrados o estadística para determinar cual sería el mejor proceso para el secado del material.

**3.1.4. Uniones y ensambles:** se usan uniones por lo general a media madera, combinando la guadua con madera, cuñas y tornillos autorroscantes.

### **Aspectos a tener en cuenta con las uniones y ensambles**

Al perforar y colocar los sistemas de ajuste y ensamble verificar que no se presenten fisuras a su alrededor.

**3.1.5. Lijado y pintura:** existen dos tipos de acabado: uno resaltando las cualidades físicas de la guadua con los nudos prominentes y su corteza casi intacta con presencia de manchas y hongos, otro es el acabado pulido con herramientas de corte como el machete o el arza con una superficie lisa sin nudos prominentes y textura suave.

### **Aspectos a tener en cuenta con el acabado de la Materia Prima.**

La superficie no debe presentar fibras sueltas o astillas.

### **Pulido y descortezado de la materia prima**

La guadua es pelada o descortezada con herramienta de corte, en este caso machete o arza, y se valen de dos mecanismos para hacerlo uno manual colocando la guadua entre el mesón de trabajo y la pierna del operario con movimientos constantes de espalda y brazos y el otro con la ayuda del torno, los dos requieren de experiencia y agilidad en su manejo.

## **Aspectos a intervenir durante el proceso de descortezado**

Diseño de una máquina o herramienta ergonómica que permita realizar la operación correctamente.

Diseño de herramientas y puestos de trabajo que mejoren la calidad de vida del operario evitando accidentes de tipo laboral.

## **3.2. Laminados con latas de guadua.**

### **3.2.1. Corte de la Materia Prima**

**Maquinado:** primero se eliminan los excesos de material de la parte de nudos, las latas son maquinadas en una canteadora de cuatro caras para emparejar superficies y cantos.

La sierra circular de banco readaptada al proceso, debe tener doble disco de corte, con el fin de obtener las secciones de guadua deseadas éstas varían según el diámetro de la misma por lo general obteniendo un total de 6 a 8 latas de 3 a 5 cm. de ancho y de 0.5 a 1cm de espesor con un largo de 1.20m a 130m

La guadua seccionada de acuerdo al diámetro en partes iguales pero unida por los nudos, es separada por el operario golpeándola contra el suelo reventando los mismos con el fin de obtener el material suelto para ser maquinado eliminando los excesos de la corteza interior en este caso los nudos .

Las comunidades que trabajan en la elaboración de latas de guadua hacen el mismo proceso de corte en cuarto menguante. La diferencia radica en la rápida extracción de los culmos del cultivo y su traslado a los talleres, ya que lo hacen en un periodo de tiempo de máximo cuatro días después de su corte.

La idea consiste en procesar los culmos tiernos aprovechando la función natural de la planta, cuando los vasos conductores se encuentran aun abiertos, llenos de humedad y todavía con contenidos de azúcares y almidones.

Las ventajas de este proceso son:

Reducción del maquinado de las piezas por tener niveles de humedad altos.

La eficiencia en la penetración y retención de preservantes.

La eliminación de la mancha azul causada por hongos que atacan la fibra después de su corte.

Sin embargo también existen comunidades trabajando latas con guadua rolliza extraída del cultivo después de veinte días de su cosecha es decir con presencia de la mancha azul.

### **Aspectos a tener en cuenta durante el corte de la Materia Prima**

Las latas deben ser parejas por todos sus lados es decir que la canteadora y la sierra circular de banco deben permanecer con las cuchillas bien afiladas, en buen estado y calibradas.

Las dimensiones de las latas pueden variar de acuerdo al diámetro y al espesor de la pared de la guadua, por lo general obtienen secciones de 1.20m a 1.30m de largo de 3cm a 5cm de ancho y de 0.4 a 1cm de espesor.

Cuando la guadua esta seccionada en partes para la obtención de las latas se debe implementar una máquina o herramienta que permita romper los nudos que unen dichas secciones para mejorar el puesto de trabajo, evitando que las latas queden abolladas y que el operario ejecute esta labor más rápidamente.

### **4.2.2. Preservación**

#### **Blanqueado y Carbonizado**

Las latas son inmunizadas por inmersión en tanques con pentaboratos, blanqueadas en recipientes con calor y pentaboratos y carbonizadas en autoclaves con vapor de agua y procesos de calentamiento y presión en un medio anaeróbico (sin presencia de oxígeno).

Las ventajas de este proceso son el ablandamiento de las fibras liberando tensiones en su estructura permitiendo una mayor densidad para el prensado final, la liberación de almidones y la retención y penetración de los preservantes.

#### **Aspectos a tener en cuenta durante el proceso de inmunizado**

A veces se generan hongos cuando procesan la fibra en los tanques de preservación debido a que no tienen bien establecidas las proporciones de los preservantes.

Realizar pruebas de niveles de concentración y PH de los preservantes y cantidades a usar de los mismos al igual que en la guadua rolliza.

Realizar pruebas de penetración y retención de los preservantes (Cúrcuma)

Las latas blanqueadas presentan menos resistencia a la adherencia del pegante aplicado, debido a la degeneración de la celulosa. Sería importante realizar pruebas acerca de los

cambios físico mecánicos durante el proceso con pruebas de “compresión” para determinar la resistencia en las uniones.

### **3.2.3. Secado y Control de Humedad**

Las latas deben colocarse en posición vertical en un espacio aireado y luego se deben introducir en las cámaras de secado en el menor tiempo posible para evitar el ataque de hongos.

#### **Aspectos a tener en cuenta con el secado de la Materia Prima**

- En esta etapa del proceso se deben tener en cuenta:
- El secado en cámara debe garantizar como mínimo un 12% de humedad.
- Las latas deben secarse en un espacio cubierto en posición vertical, protegido de las inclemencias del clima para reducir niveles de humedad.
- En los hornos de secado, controlar periódicamente la temperatura y hacer estadísticas de los resultados obtenidos ( prueba por diferencia de cuadrados).

**3.2.4 Uniones y ensambles:** se usan uniones por lo general usando prensas mecánicas con el uso de adhesivos, que pueden ser a base de PVA o Urea Formaldehído.

#### **Aspectos a tener en cuenta en las Uniones y Ensamblados**

- Las uniones de las latas no deben presentar fisuras o grietas por deformación del material debido al maquinado o al secado.
- Realizar pruebas de resistencia de los pegantes de acuerdo al tratamiento de las latas blanqueadas, carbonizadas o al natural. (Compresión, flexión y sizallamiento)

### **3.2.5. Acabados**

Las latas por lo general son terminadas con lija y pintura que por lo general es laca mate o semimate.

#### **Aspectos a tener en cuenta**

Seguir las recomendaciones e instrucciones del fabricante

## **4. Asesoría en Diseño por Actividades.**

Considerando el valor que tiene el manejo de la información en la cadena, ya que como se mencionó anteriormente, la especie es de origen nacional, por lo tanto su procesamiento y transformación requieren de un nivel técnico específico y además teniendo en cuenta la experimentación que se a realizado en la mayoría de los casos empíricamente por parte de artesanos y empresarios, sin ningún tipo de fundamento sólido. Es necesario que se valide la estructura teórica que se describe a continuación para algunos procesos, como un producto o actividad ya que es fundamental para resolver algunos de los inconvenientes graves que se presentan en el producto final y que están directamente relacionados con la fase procesamiento de la materia prima.

Es así como la intervención para el mejoramiento de los procesos productivos se enfocará en dos áreas: una de consolidación de conceptos teórico prácticos y otra de creación y adaptación de maquinaria y herramientas para optimizar algunos de los procesos dentro de las tres especialidades del oficio.

### **4.1. Corte.**

En el proceso de corte de la materia prima se presentan varias alternativas de acuerdo a la especialidad en el oficio, cada una de estas con sus propios requerimientos técnicos, sin embargo es necesario hacer algunas recomendaciones que en la mayoría de los casos no se conocen o no han sido transmitidas para su aplicación.

#### **Conceptos teórico prácticos.**

Romper el paradigma creado por algunas entidades acerca del corte en cuarto menguante, por hacer el corte en horas de la madrugada y en épocas de poca lluvia.

Romper el paradigma de sazonar en el gradual o tiempo de espera mientras que la planta libera los contenidos de humedad y luego se hace la recolección de los tallos a los cuarenta días por hacer el corte y a los cuatro días máximo de haber sido cortada debe ser recolectada y llevada al taller para ser procesada.

#### **Creación o adaptación de maquinaria y herramientas**

##### **Asesoría Desarrollada**

Como aporte para la cadena productiva de la guadua se trabajó en la implementación de un sistema para torneear piezas de gran tamaño. La idea de este montaje es optimizar el proceso de corte y ensamble, reduciendo el nivel de desperdicio de material, el tiempo durante la operación y el peso de la pieza terminada.

Consiste en elaborar un módulo central en madera como soporte de toda la estructura que funciona como un satélite, a éste módulo van sujetos cuatro tornillos con tuerca y arandela a cada lado con el fin de poder ajustar y centrar la pieza en el torno.

La pieza debe ser unida en secciones hasta obtener el diámetro requerido con adhesivos a base de PVA ayudándonos de una banda elástica y luego introducida dentro del montaje para ser maquinada. De acuerdo al trabajo que se vaya a ejecutar la medida del módulo central y de los tornillos puede variar esto también depende de las dimensiones del torno donde se vaya a trabajar es decir de la distancia del centro punto a la bancada mas el espesor de la pieza.



## 4.2. Acabados.

### Talleres de Tintes.

#### Antecedente específico.

Debido al manejo de materias primas de excelente calidad sin presencia de hongos ni manchas (esto a lo que se refiere a la elaboración de laminados con latas de guadua), con procesos que no afectan el medio ambiente y técnicas implementadas de otros países basados en estudios e investigaciones, la comunidad ha avanzado mucho en el tema obteniendo como resultado guadua al natural, guadua blanqueada y guadua carbonizada presentadas a continuación en ese mismo orden:



En lo referente al manejo de guadua rolliza se han hecho algunas aplicaciones usando oleos, vinilos y tintillas, pero debido al contenido de Sílice que posee la corteza de la planta el colorante no penetra lo suficiente o se ve manchada la superficie por las características del material. Se hace necesario entonces pelar la corteza con alguna herramienta de corte antes de aplicar el colorante y usar elementos que permitan resaltar en vez de tapar la textura del material.

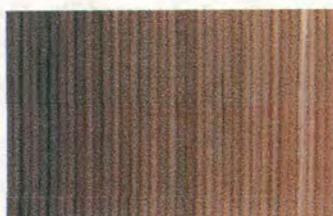


**Asesoría desarrollada.** Se realizaron pruebas con aceite mineral para lograr otras tonalidades o gradaciones de color, éste método no es considerado como un proceso limpio y tiene limitaciones a la hora de hacer la unión con adhesivos de las piezas, sin embargo puede llegar a ser interesante para lograr otras propuestas de diseño.

La prueba consistió en colocar aceite a fuego alto y una temperatura de ebullición e introducir las probetas del material adentro con diferentes intervalos de tiempo desde 5 minutos hasta 1 minuto de cocción, obteniendo el siguiente resultado:



Para reforzar el proceso, se repartió la cartilla de la escuela de Artes y Oficios Santo Domingo, en donde se encuentran todos los acabados tradicionales resultado un proceso de rescate, investigación y práctica en la aplicación de los mismos, para ser usados de acuerdo a la necesidad la comunidad o los artesanos y además se desarrollaron prácticas en algunos talleres.



### 4.3. Ensamble

#### **Prensa de operación manual para la obtención de tableros de guadua**

##### **Antecedente específico.**

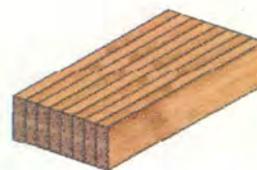
Los artesanos de la Cadena que producen laminados con latas o secciones de guadua, son los que más han avanzado en el proceso de investigación y desarrollo de tecnología adaptada al proceso ya que es una de las especialidades en el oficio que así lo requiere. Esto se debe a que la producción posee el mayor número de pasos en la transformación de la materia prima, comparado con el trabajo en guadua rolliza y en cestería.

Existen necesidades dentro de este eslabón de la producción, que han requerido la intervención de profesionales especialistas en el tema, algunas valiéndose de sus conocimientos y creatividad diseñando mecanismos y otras rescatando y readaptando maquinaria tradicional para trabajar la especie. Aquí es importante destacar la labor de los particulares involucrados dentro del proceso ya que sin su iniciativa y colaboración no hubiera sido posible resolver el problema de “Ensamblado y Pulido”.

Los talleres que elaboran laminados con latas de guadua, desperdician mucho material como: adhesivos, herramienta de corte, de desbaste, abrasivos o lijas en los acabados y materia prima. Usan prensas de operación manual, las cuales a través de una serie de tornillos van transmitiendo presión en sentido horizontal a las latas de guadua impregnadas de adhesivo hasta conformar tablas con dimensiones predeterminadas de acuerdo al uso que se les vaya a dar. A continuación se muestra en la imagen de la izquierda la prensa de operación manual elaborada por el Señor Hernán Rodríguez Nieto del taller Acero Vegetal, a la cual se le va a hacer la intervención, en ella observamos que hay un sistema de rejilla estructural con unos tornillos laterales que hacen presión hacia el centro y además que cuenta con un sistema de eje central para colocarla en diferentes ángulos de inclinación. En la imagen de la derecha observamos la disposición de las latas unidas de cara, como tradicionalmente lo hacen en todos los talleres (recordemos que las latas tienen una dimensión de 0.5cm de espesor x 3cm de ancho máximo y 120cm de largo).



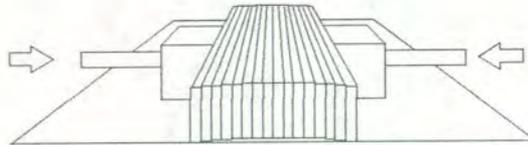
Prensa Original



Latas unidas de cara.

En la disposición del material a la hora de hacer la presión entre ellas y en el correcto cepillado de todas sus caras, es donde se presentan todos los inconvenientes que se explican a continuación.

1. Alabeo de la superficie ocasionada por la presión ejercida por los tornillos y ejes en forma horizontal.



2. Al no poseer la tecnología adecuada para el proceso de cepillado, como la canteadora o cepillo de cuatro caras, la superficie o el tablero prensado de cara presenta mucha irregularidad, haciendo que una lata sea más alta o baja que la anterior o la siguiente, con un espesor de 0.5 cm. Esto se traduce en un inconveniente a la hora de lijar por dos razones: la primera es que el material por su dureza y contenido de sílice desgasta mucho las lijas y en segundo lugar por ser secciones tan delgadas presentan una capa de adhesivo que los hace pesados y al secarse desgastan la herramienta de corte cuando se pasan por el cepillo tradicional.



3. Debido a la disposición de las latas de cara hay mucho desperdicio de material ya que para un tablero se va una cantidad bastante considerable de materia prima, que incluye pérdida de dinero, ya que el precio de las latas oscila entre los \$900 y \$1.200. Sumado a esto el producto terminado queda pesando mucho y el valor percibido por el usuario es que tiene la apariencia de una madera comercial.

### **Asesoría desarrollada.**

La asesoría estuvo coordinada por Artesanías de Colombia, realizando sugerencias para la readaptación de la prensa original apoyados en el conocimiento y la experiencia de un Ingeniero Mecánico y la colaboración de un taller de metal mecánica.

La idea del proyecto consistió en mejorar el puesto de trabajo y por consiguiente las condiciones laborales del artesano, con el fin de hacer más eficiente su trabajo y obtener mayor rentabilidad.

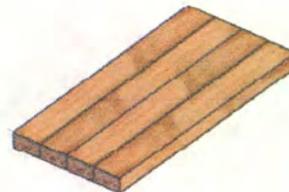


**Las ventajas de este mejoramiento son:**

- Al adaptarle una lámina tipo platina a la superficie se suplen dos necesidades fundamentales específicas: darle apoyo firme al material y permitir la adaptación de prensas verticales en diferentes posiciones y distancias de acuerdo al tamaño del objeto que se desee trabajar.



- Al tener prensas en sentido vertical el mecanismo permite, por un lado ubicar las latas en otro sentido, en este caso de canto como se muestra en la gráfica y por otro tener menor desperdicio de adhesivos estructurales optimizando a la vez el proceso de cepillado y lijado.



Latas unidas de canto.

Con un ejercicio práctico se ilustra el mejoramiento tecnológico dirigido específicamente a la parte de costos.

Se presenta entonces el impacto sobre el costo de obtener un laminado antes y después de haber hecho los ajustes a la prensa. Para efectos de este propósito, se tomo como ejemplo un tablero en bruto y sin acabados, para una tabla gourmet, cuyas dimensiones son 50x15x2 cms. (ver Tabla 1 pagina siguiente).

**Tabla 1. Evaluación de la Reducción de Costos en la Obtención Tableros de Guadua , utilizando la Prensa Mejorada**

	Número	Número	Costo Unitario	Costo Total de Tablillas requeridas para un Tablero en bruto	Dimensiones Tablero Inicial	Dimensiones Tablero Final (antes de acabados)	Superficie a Encolar cm2.	Costos de Adhesivos	Costo de Mano de Obra Directa	Gastos Indirectos de Fabricación	Gastos de Operación	Costo Total Tablero – antes de acabados-	% Reducción de Costo
	Tablillas de Guadua de <u>51x3x0.7</u> cms.	Tablillas de Guadua de <u>51x2.5x0.7</u> cms.	Tablillas de Guadua										
Opción 1	23	0	\$ 343	\$ 7.834	51x16x3	50x15x2	3.497	\$ 367	\$ 12.704	\$ 5.769	\$ 4.808	\$ 31.482	
Opción 2	0	23	\$ 286	\$ 6.569	51x16x2.5	50x15x2	2.933	\$ 308	\$ 5.082	\$ 2.308	\$ 1.923	\$ 16.189	49%

En la Opción 1 – prensa sin mejoras- se requiere de un ancho mayor de las tablillas, puesto que luego de encoladas y prensadas se presenta un desplazamiento entre las tablillas y por ello se hacia necesario rebajar por las dos caras y en el sentido del espesor cerca de 1.0 cm; es decir, el 33% de espesor original del tablero en bruto. Dado que las tablillas se prensan en disposición vertical, el espesor del tablero se origina a partir del ancho de la tablilla. En la Opción 2 –con prensa mejorada- al corregir el efecto de desplazamiento se puede partir de tablillas con un ancho inferior y por ende de un menor costo. De igual forma los costos de mano de obra se elevan considerablemente, en razón de que los tableros en la opción 1 requieren un trabajo manual dispendioso para incrustar astillas de guadua en los espacios que se generaban por deficiencias en el prensado. De manera similar se aumenta el trabajo de canteado y cepillado por ser la superficie mas irregular. Como consecuencia de una menor productividad los gastos indirectos de fabricación los gastos de operación por unidad producida igualmente se incrementan considerablemente en esta opción.

#### 4.4. Doblado

##### Estructura para doblar latas de guadua.

##### Antecedente específico.

Los artesanos que trabajan objetos con latas de guadua, por lo general lo hacen usándolas como salen del proceso de cepillado y lijado es decir planas o a través de la adhesión de una y otra hasta conformar el tablero completo, como se ilustró en el proceso de ensamble anterior.

El lograrlo obviamente ha sido positivo para la cadena ya que con esta técnica se ha logrado avanzar en la consolidación de conceptos técnicos específicos para el procesamiento de la materia prima, y en la generación de nuevas líneas de producto.

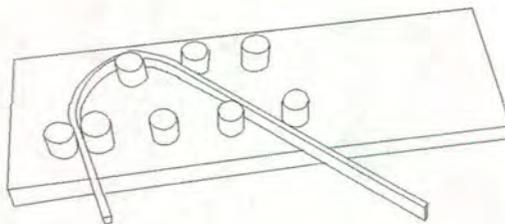
Existe bibliografía especializada en el tema de la guadua, pero en su mayoría dirigida a la arquitectura, sin embargo por ser de un nivel técnico específico ha requerido de mucha experimentación en algunos casos para la construcción de vigas se muestra el entrecruzamiento de fibras a través de la torsión del material.

##### Asesoría desarrollada.

Se hace necesario para el sector de la artesanía generar propuestas resultado del rescate de técnicas tradicionales aplicadas a la arquitectura pero con el aporte de diseño en la generación de instrumentos o herramientas que faciliten el trabajo del artesano.

La propuesta consiste en diseñar un módulo en madera, que sirva como plantilla para darle movimiento a la lata de guadua, valiéndose de una tabla elaborada en madera de alta densidad (zapan, abarco de río, guayacán etc.) con el fin de darle rigidez a la estructura, que son un determinado numero de tarugos en madera redondos en donde se adapta la lata de guadua para ser doblada.

A continuación se muestra el plano entregado a los artesanos para su aplicación en los talleres de acuerdo a la necesidad. (no se anexan planos debido a que la curva que se le quiera dar al objeto depende del diseño)



## 4.5. Preservación y Secado.

### Antecedente específico.

Los artesanos de la cadena productiva de la guadua, se dividen en tres especialidades en el oficio de acuerdo con lo descrito anteriormente, cada uno de estos con sus propios requerimientos técnicos. Esto es una de las razones por las cuales no se han establecido normas claras que indiquen el camino correcto a seguir para el procesamiento de la materia prima, ya que el sector hasta ahora se está caracterizando y organizando por unidades productivas.

Las Corporaciones y particulares han hecho su mayor esfuerzo por documentar los avances desarrollados pero en muchos de los casos por ser un material que esta en constante proceso de investigación, la documentación se va volviendo obsoleta ya que se rompen paradigmas constantemente y salen cosas nuevas para mejorar esos procesos.

Por tal motivo es necesario considerar la información de la Cadena de la Guadua como un instrumento valioso, ya que su investigación y desarrollo dependen de gran inversión de capital, de investigación y dedicación por parte de las entidades y los artesanos. No siendo lo descrito en la asesoría desarrollada, como la ultima palabra sino como punto de partida que indique el camino a seguir para consolidar todos esos esfuerzos.

### Asesoría desarrollada.

En el tema de preservación y secado se avanzó en la consolidación de la información, con talleres teórico prácticos desarrollados por el Ingeniero Jorge Augusto Montoya y apoyados por empresarios involucrados en el proceso los cuales a través de la experiencia con el material, han logrado romper paradigmas y establecer nuevas alternativas para el tratamiento del mismo.

A continuación se presenta la intervención teórica consolidada, la cual se repartió a los artesanos para su futura aplicación en los talleres.

### Presecado de la guadua

Usar una talanquera en posición vertical aislando los culmos de la humedad del suelo, y separados entre sí (entre 10 y 20 cms aprox.), dispuestos en un sitio aireado y preferiblemente cubierto.

Voltear los culmos en promedio diariamente y durante un período de aproximadamente cuatro semanas.

## **Preservación**

Para preservar la guadua es necesario que ésta presente el contenido de humedad adecuado que permita la absorción y retención del líquido preservante. Como preservantes se utilizan preferiblemente productos no tóxicos que no resulten nocivos para el hombre, tales como las sales de bórax y ácido bórico en proporciones adecuadas.

*Preservación por inmersión: es el más usado y se considera el más efectivo.*

La planta debe estar preferiblemente, en un porcentaje de humedad entre el 50 y el 80% para permitirle a los preservantes la adecuada penetración por difusión.

El objetivo es aprovechar la función natural, en la que los vasos conductores se encuentran aun abiertos permitiendo el paso del preservante, aumentando la retención de los mismos y la protección de la planta al ataque de hongos e insectos.

Se debe usar una solución que alcance un porcentaje mínimo del 4% y máximo del 8 % de ácido bórico y sales de bórax en una proporción de 1 de ácido bórico + 1.54 de sales de bórax (la unidad de medida se toma de acuerdo a las cantidades que se requieran para la preparación de la mezcla peso a volumen es decir que se debe tomar la mezcla para luego convertirla en un volumen determinado) disueltos en agua hasta alcanzar 100 litros de solución.

Al preparar la mezcla con un porcentaje máximo del 8% se busca evitar que sea tóxica para el usuario y el entorno.

Las guaduas deben permanecer dentro de la solución por un periodo de tiempo mínimo de 4 y máximo de 5 días.

La comunidad trabaja con diferentes proporciones la mezcla de los preservantes, de acuerdo a las posibilidades y conocimientos del proceso en cada taller, usando mezclas en proporciones menores o mayores, por ejemplo proporción 1 a 1 de sales de bórax y ácido bórico en 100 litros de agua y otras que se hacen sin ningún tipo de elementos básicos como balanzas, pesas o graneras.

## **Prueba de Penetración y Retención de los Preservantes**

### **Método para determinar la penetración de los preservantes reactivos y contenidos de Boro**

Solución 1: Extractar 10g de cúrcuma con 90 gr de alcohol etílico al 96% decantado (lo que es más denso se va al fondo) en un filtro para obtener una solución clara.

Solución 2: diluir 20ml de una concentración de ácido clorhídrico diluido en 100ml con alcohol etílico y luego con saturación de ácido salicílico (más o menos 13 g por 100ml).

## Procedimiento

La superficie lisa muestra mejor los resultados de la prueba de la mancha que una superficie rugosa o áspera.

La superficie deberá estar seca; porque de otro modo la prueba no será satisfactoria.

Solución 1. Se aplica, preferiblemente con un aspersor o un gotero, sobre la superficie a ser tratada. Después de haber sido tratada la superficie se deja secar por unos pocos minutos.

Solución 2. es aplicado de forma similar en las áreas que han sido coloreadas en amarillo por la aplicación de la solución 1. Los cambios de color deben ser observados cuidadosamente y se revelaran en pocos minutos después de la aplicación de la segunda solución. En presencia de boro, el color amarillo de la cúrcuma se torna rojo.

Después de la aplicación del reactivo, colocando el bambú en un horno caliente, esto acelerará e intensificará la reacción del color para una mejor diferencia entre el bambú tratado y el no tratado.

## Secado Latas de Guadua

Existen tres sistemas básicos:

Secado natural: al aire libre, en condiciones no controladas colocando o apilando los tallos horizontalmente bajo cubierta, expuestos a una atmósfera secante, pero protegidos del sol y de la lluvia finalizando cuando se alcance la humedad en equilibrio y mediante inspección visual del color de la guadua.

Secado artificial: se introducen las guaduas en un horno de secado bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y tiempo. Para artesanías y muebles el porcentaje de humedad en base seca debe ser del 8% al 15% lo que se determina mediante el empleo del higrómetro o sistema de comparación por peso.

Secado mixto: en el proceso mixto, intervienen ambos métodos de secado; una vez que por secado natural se ha llegado a reducir el grado de humedad contenida en la madera, entonces se procede a secarla artificialmente, para darle ya el grado necesario

## Latas de Guadua

Encaldado, blanqueo y preservación

El rango de humedad debe estar entre el punto de saturación de que oscila entre un 30 y un 50%.

Blanqueamiento de tablillas.

Las tablillas no se dejan al aire libre sino que se procesan inmediatamente después de su corte. Se introducen en un tanque de acero inoxidable a cocinar con peróxido de

hidrógeno y agua en una proporción de 7 partes de agua por una de peróxido durante un periodo de tiempo de 4 a 6 horas y una temperatura no mayor a los 100 grados, se deja escurrir durante dos horas y se introduce en el horno.

Las latas pre-dimensionadas se sumergen en una solución caliente de una mezcla de bórax y ácido bórico, con el fin de garantizar su inmunidad al ataque de xilófagos.

#### Enfriamiento aireado

Las latas preservadas son enfriadas mediante una corriente de aire a temperatura ambiente, permitiendo que el vapor húmedo sea liberado, reduciendo el contenido de humedad. Se deja escurrir sazónándose 2 horas en un lugar fresco, cubierto y a la sombra.

#### Secado.

Se introducen las latas en el horno a temperaturas que oscilan entre los 50 y 70 grados centígrados progresivamente hasta obtener contenidos de humedad del 8 al 12 %. Medidos con Higrómetro o por el método de comprobación por peso.

#### Secado fase 1.

Las latas preservadas y enfriadas se introducen en la cámara de secado. a unas condiciones de tiempo y temperatura determinadas.

#### Secado fase 2.

Las latas que se encuentran en la cámara de secado se someten a nuevas condiciones de secado sometiéndolas a nuevas temperaturas y tiempos.

#### Secado fase 3.

En esta etapa del proceso se busca homogenizar el contenido de humedad en todo el material dispuesto dentro de la cámara. La duración del proceso por lo general es de 24 horas y se realiza a temperatura inferior a la más alta empleada en las dos etapas anteriores.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

La Cadena Productiva de la Guadua presenta diferentes variables. En primer lugar tenemos la diversificación del oficio como punto de partida para el desarrollo de cualquier proyecto que se quiera implementar como la guadua rolliza, las latas de guadua y la cestería, cada uno de los temas abarca un contexto y unas condiciones técnicas muy amplias que hacen que cada caso sea específico y requiera de tiempo para realizar cualquier intervención.

Esas condiciones en muchos de los casos se encuentran en tema de discusión ya que la Cadena está en constante proceso de evolución y a pesar de todo lo que se a investigado y documentado por parte de entidades y particulares, no se a podido llegar a un punto claro que sirva como guía para el avance y la consolidación de criterios.

Además de ésa diversificación del oficio se han generado especialidades por parte de los artesanos, cada uno con intereses particulares que de acuerdo a la experiencia e investigación presentan diferentes niveles de especialización. Como resultado un grupo heterogéneo en donde podemos encontrar desde el profesional involucrado ciento por ciento a una técnica y un taller con implementación tecnológica fruto de su investigación con recursos propios e inversiones importantes de dinero, hasta el artesano que trabaja en su propia casa sin ninguna especialización en el oficio y con herramientas básicas.

La dinamizadora Miriam Restrepo está consolidando la información no solo por especialidades en el oficio sino también por eslabón de la Cadena Productiva, esto es vital para crear los mapas funcionales y diseñar programas de capacitación.

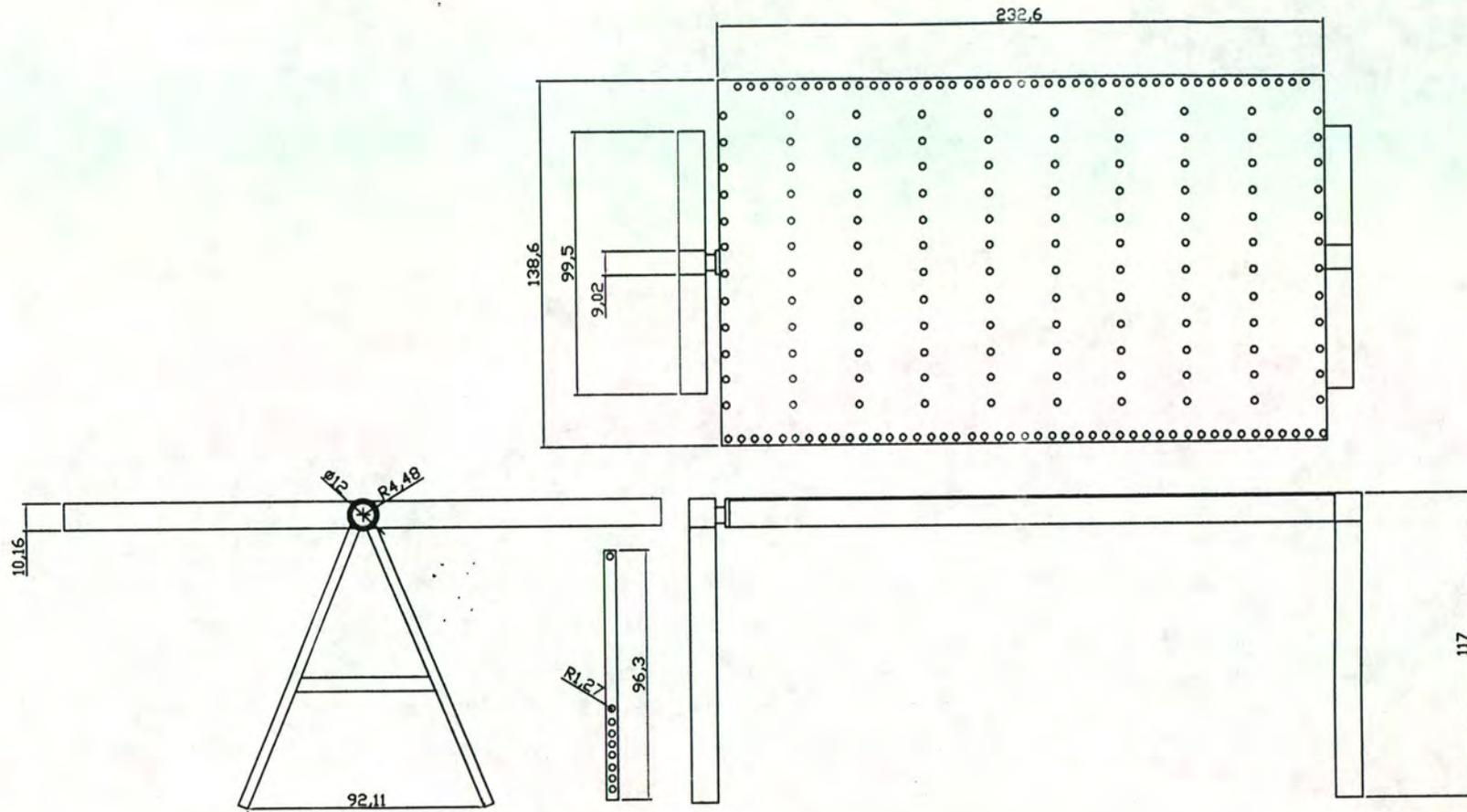
Dentro de la cadena Productiva se a fortalecido el trabajo con guadua rolliza y latas de guadua debido a sus características estructurales y sus posibilidades comerciales, la idea es explorar nuevas alternativas con el material sacándolo de su contexto netamente manual llevándolo hacia adelante con una prospectiva de mejoramiento y desarrollo continuo.

Es importante que las entidades involucradas continúen con el proceso de capacitación y desarrollo, apoyando los actores de base de integración de la cadena en este caso cultivadores y aprovechadores de la materia prima por ser el eslabón clave para el desarrollo de todo el sector productivo y contar con el apoyo y respaldo del Laboratorio de Diseño de Armenia y sus profesionales para que el proyecto tenga continuidad.

## 6. Anexos

Planos de la prensa.

Taller de preservación y secado del Ingeniero Jorge Augusto Montoya



PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA



Prensa mecánica de operación manual.

Version original

Fecha:  
febrero/2005

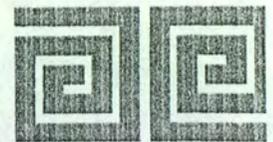
Dibujo: Efren Cardona Moreno.



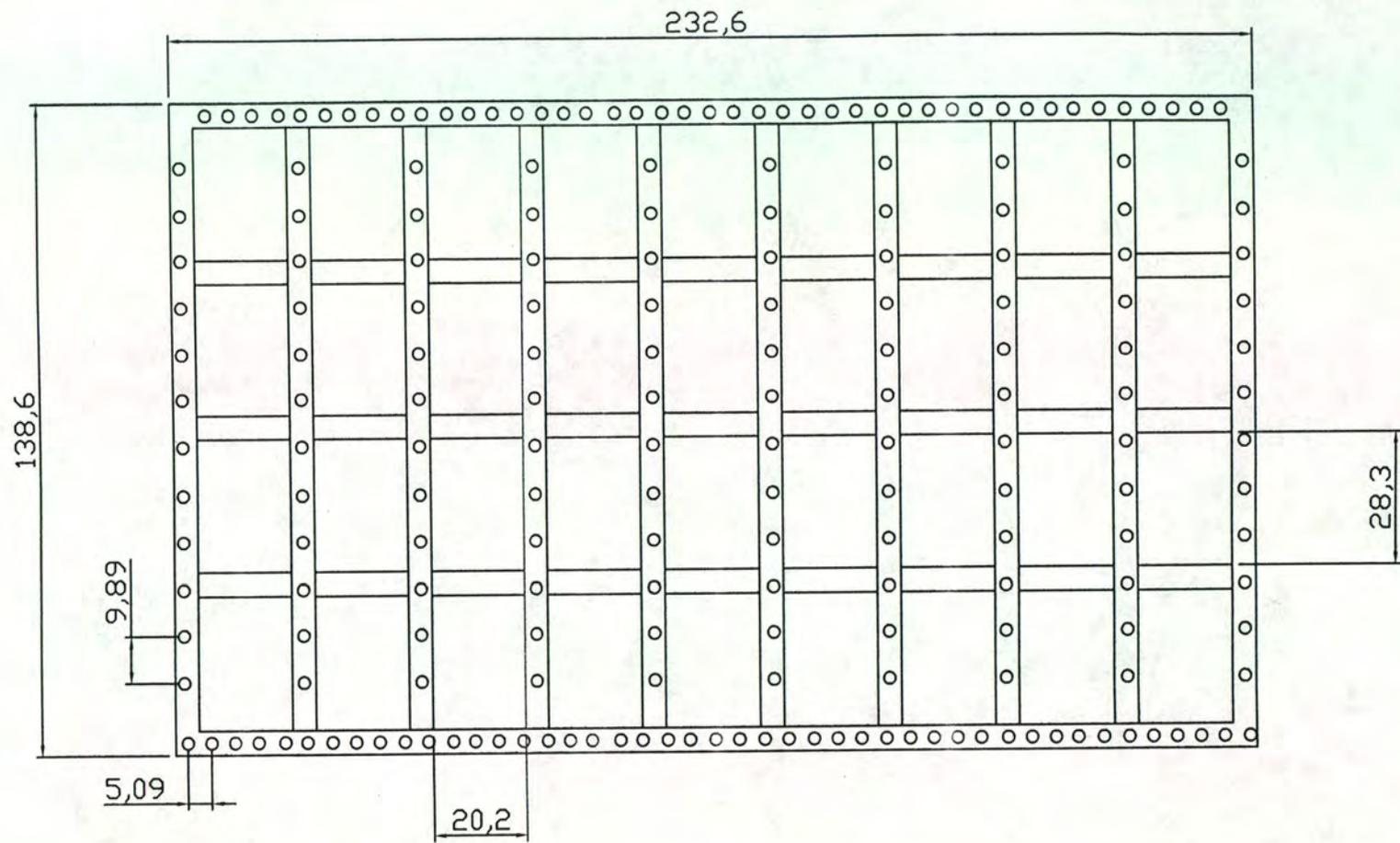
CRA. 13 #18-14  
TEL. 7440703 ARMENIA, Q.

MED=cm

PL 2



Ministerio de Desarrollo Económico  
artesanas de Colombia



PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA

Prensa mecánica de operación manual.

Version original

Fecha:  
febrero/2005

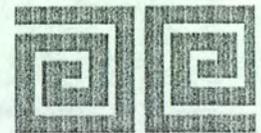
Dibujo: Efrén Cardona Moreno.



CRA. 13 #13-14  
TEL. 7440703 ARMENIA, Q.

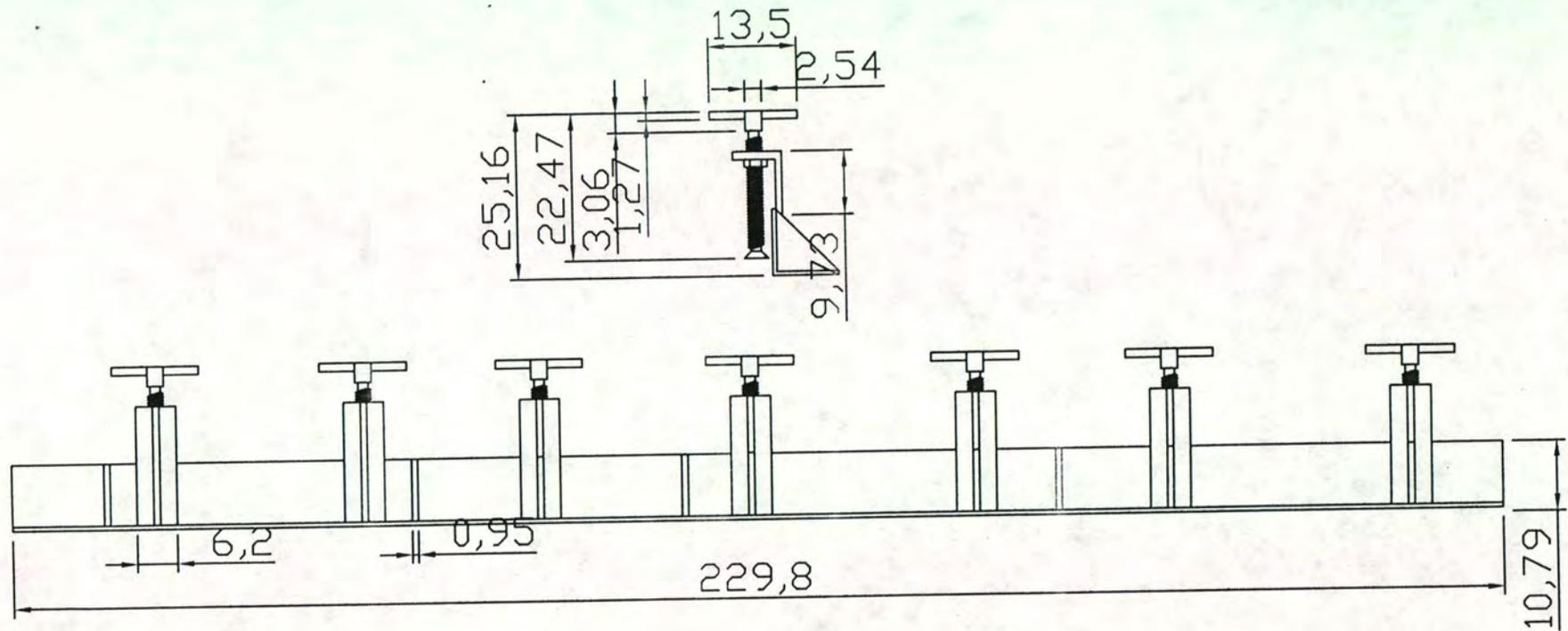
MED=cm

PL 3



Ministerio de Desarrollo Económico  
Artesanías de Colombia

# SUJETADOR PRINCIPAL



PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA

Prensa mecánica de operación manual.

Version original

Fecha:  
febrero/2005

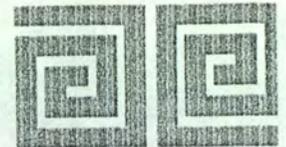
Dibujo: Efrén Cardona Moreno.



CRA 13 #18-14  
TEL. 7440703 ARMENIA, Q.

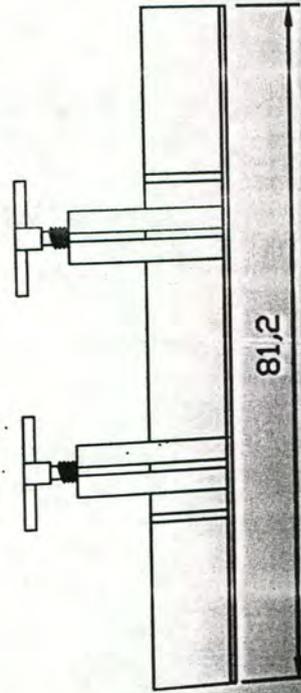
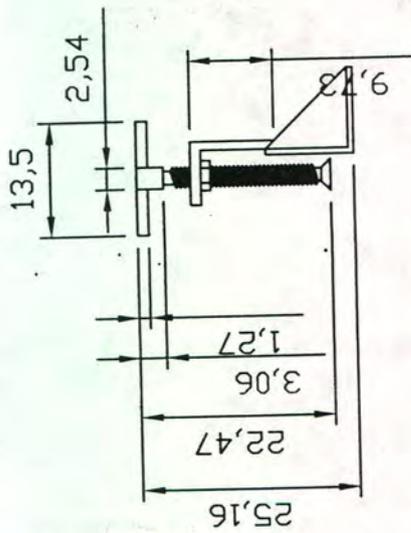
MED=cm

PL 4



Ministerio de Desarrollo Económico  
artesanas de Colombia

SUJETADOR PRENSA

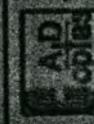


- Tornillo NC 5/8" \* 12 hilos
- Angulo de 4" \* 4"
- Varilla lisa 1/2"

76

PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA

Version original



Dibujo: Efrén Cardona Moreno.

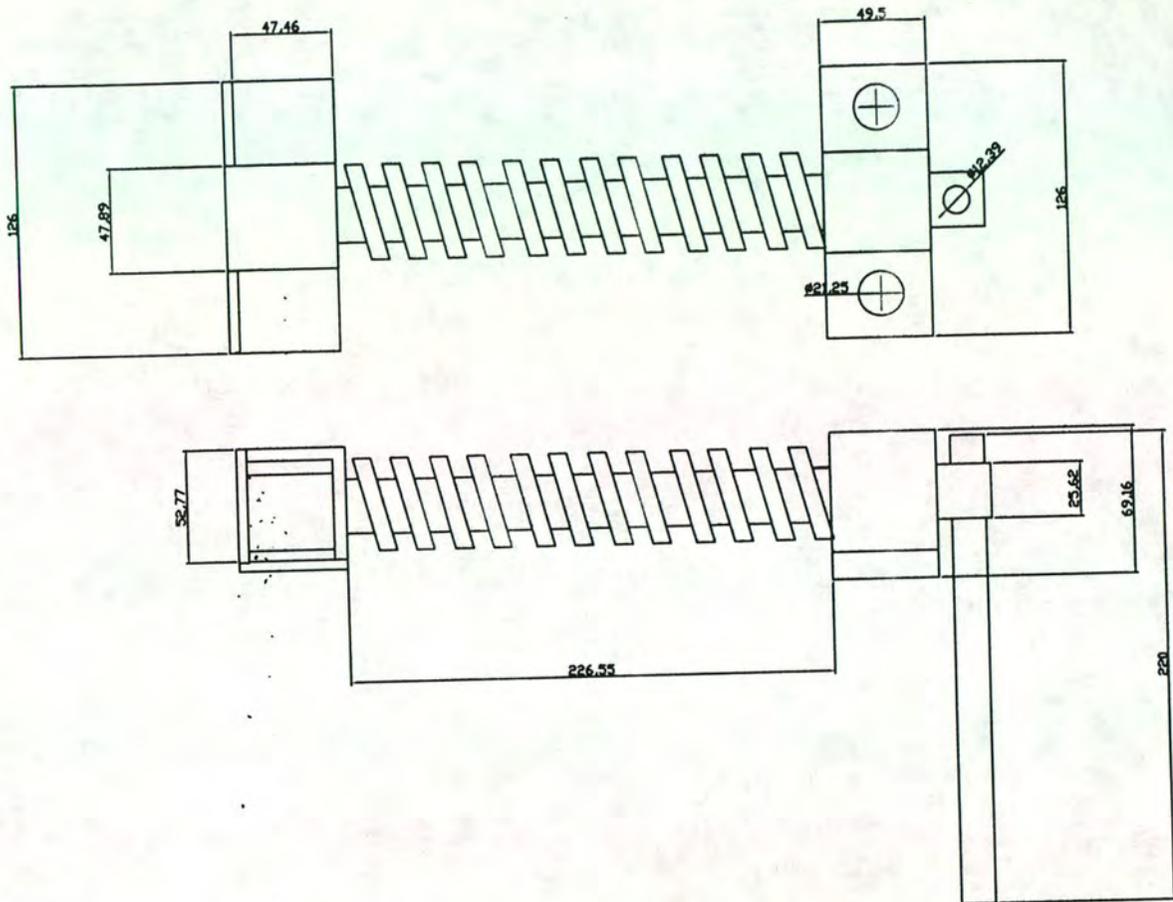
Fecha:  
febrero/2005

MED=cm

PL5



Ministerio de Desarrollo Económico  
Artesanías de Colombia



PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA



Prensa mecánica de operación manual.

Version original

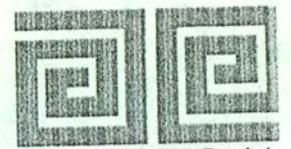
Fecha:  
febrero/2005

Dibujo: Efren Cardona Moreno.

**UAD**  
Copias  
CRA. 13 #18-14  
TEL. 7440703 ARMENIA, Q.

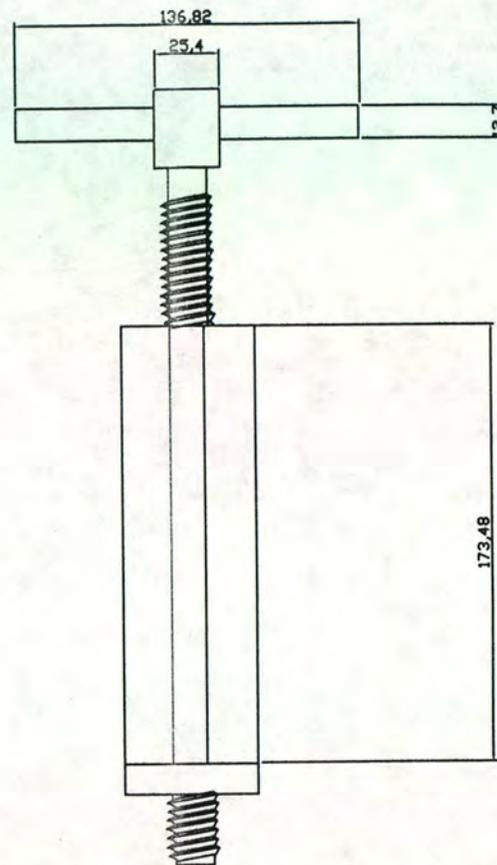
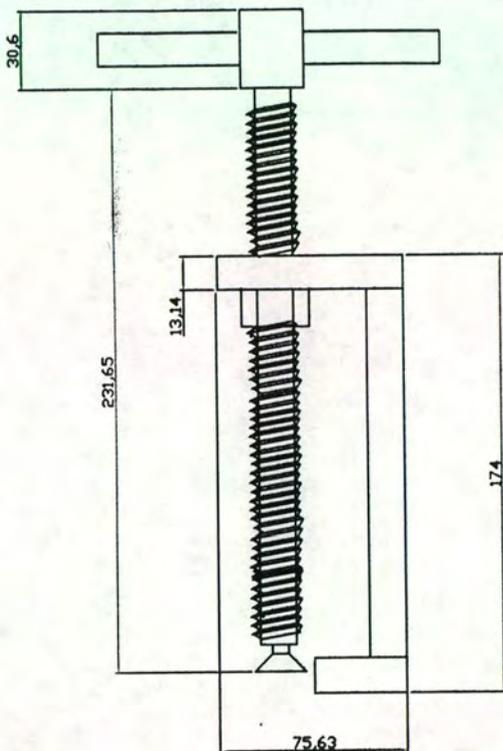
MED=cm

PL 6



Ministerio de Desarrollo Económico  
artesanías de Colombia

nc 5/8 \* 12  
hilos



PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA



Prensa mecánica de operación manual.

Version original

Fecha:  
febrero/2005

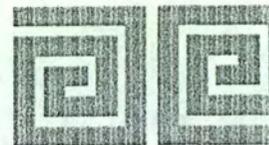
Dibujo: Efrén Cardona Moreno.



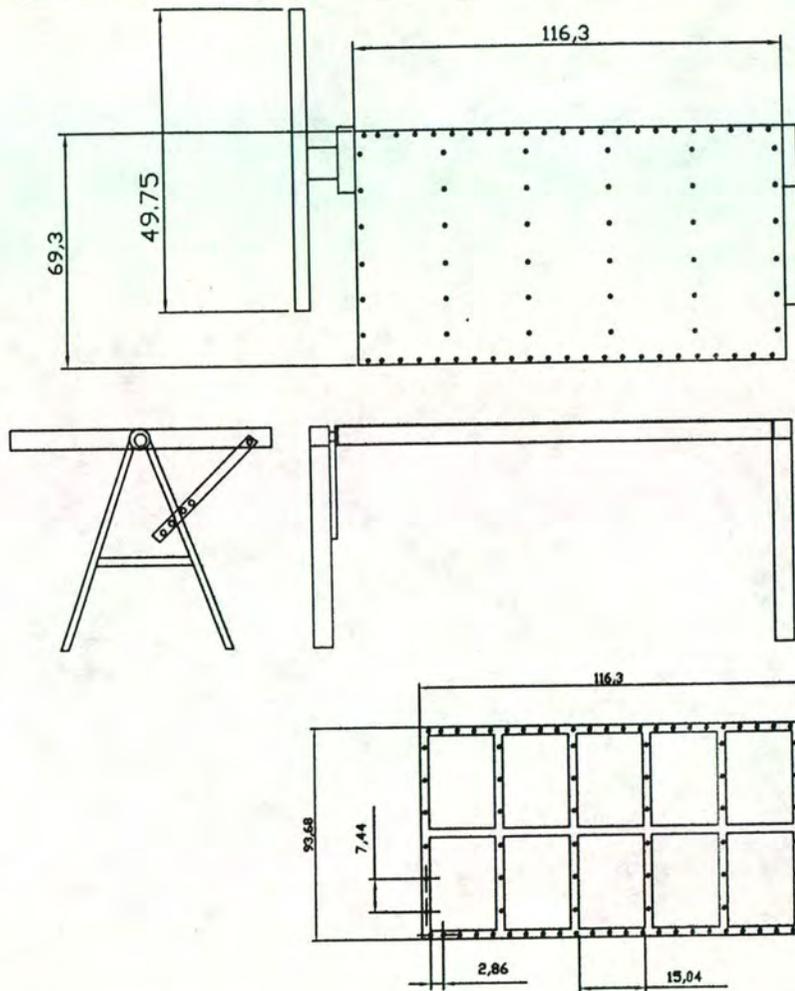
CRA. 13 #18-14  
TEL. 7440703 ARMENIA, Q.

MED=cm

PL 7



Ministerio de Desarrollo Económico  
artesanas de Colombia



## PARTES DE LA MESA

- 1-PERFIL EN "U".  
aprox 5 mts.
- 2-LAMINA DE ACERO DE  
1/4" \* 1mt .70cm \* 70cm
- 3-PLATINAS DE 1/4" \* 2".  
aprox. 5 mts.
- 4-BRAZO DE  
INCLINACION.  
PLATINA DE 5/16".



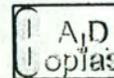
### PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA

Prensa mecánica de operación manual.

Version artesanos

Fecha:  
febrero/2005

Dibujo: Efren Cardona Moreno.



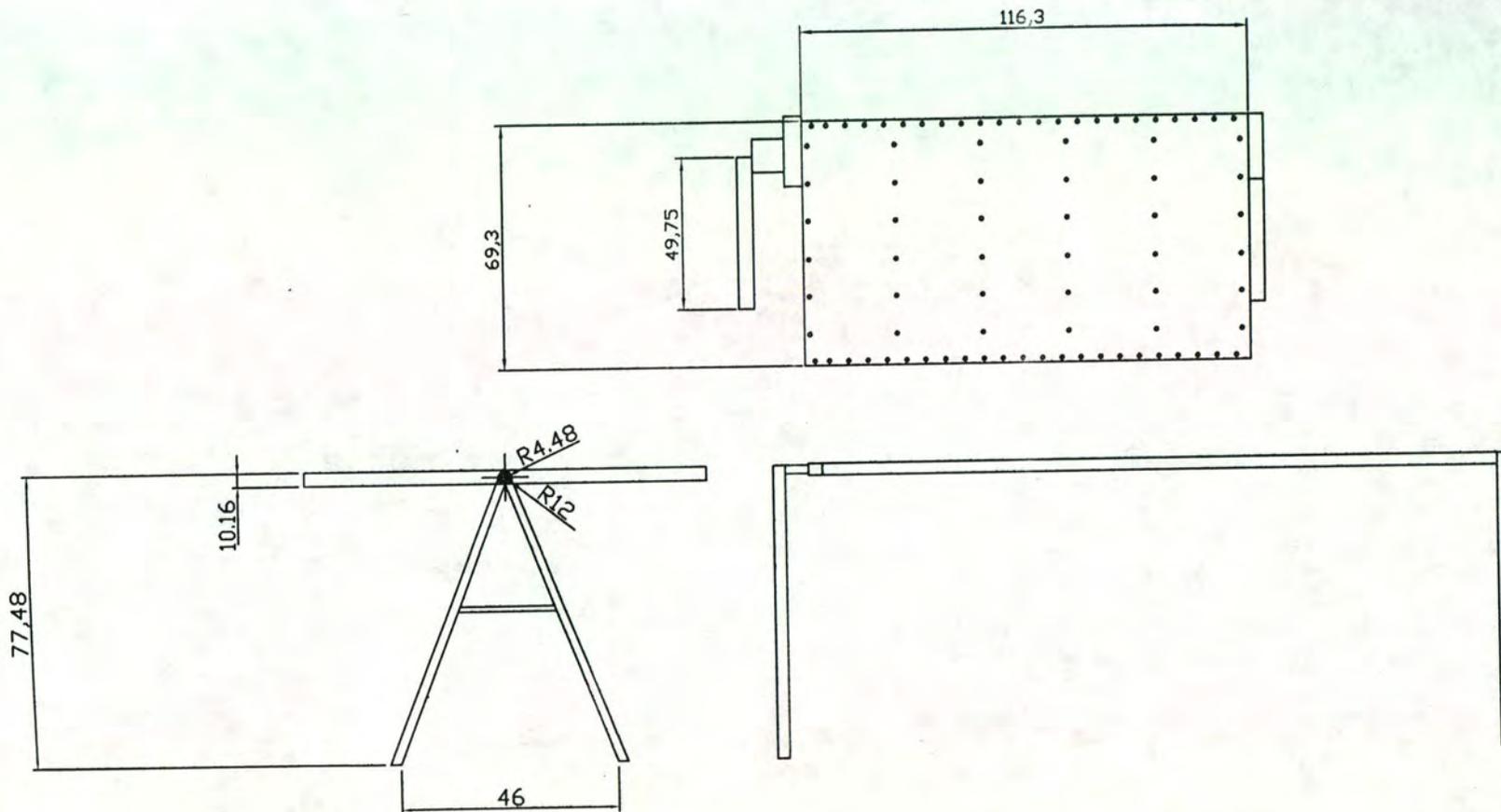
CRA. 13 #18-14  
TEL. 7440703 ARMENIA, O.

MED=cm

PL 1



Ministerio de Desarrollo Económico  
artesanas de Colombia



PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA

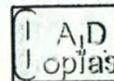


Prensa mecánica de operación manual.

Version Artesanos

Fecha:  
febrero/2005

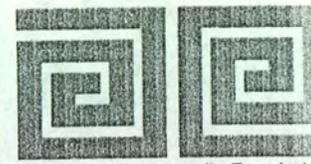
Dibujo: Efren Cardona Moreno.



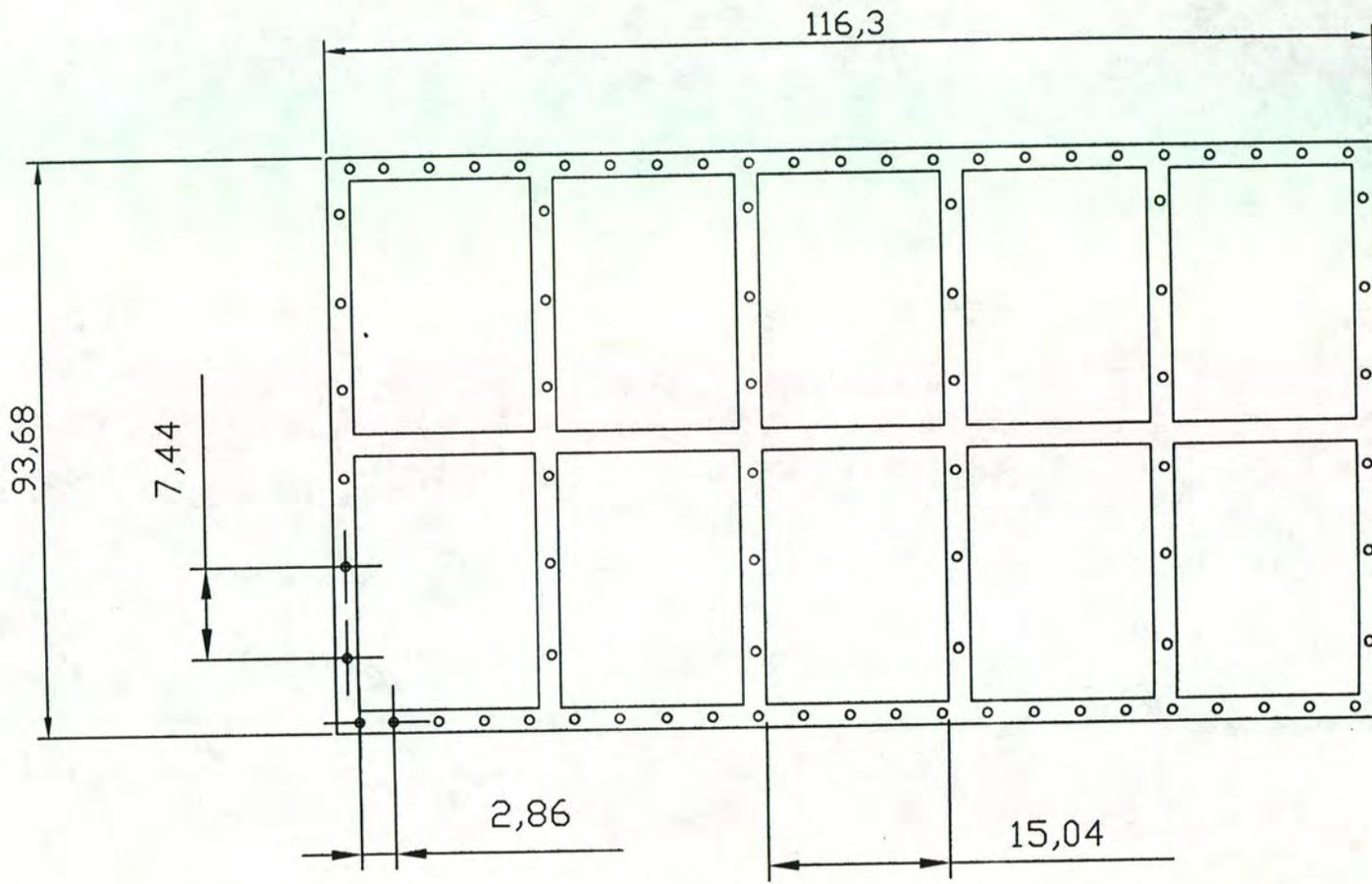
CRA. 13 #18-14  
TEL. 7440703 ARMENIA, Q.

MED=cm

PL 2



Ministerio de Desarrollo Económico  
Artesanías de Colombia



PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA

Prensa mecánica de operación manual.

Version Artesanos

Fecha:  
febrero/2005

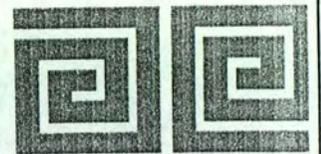
Dibujo: Efren Cardona Moreno.



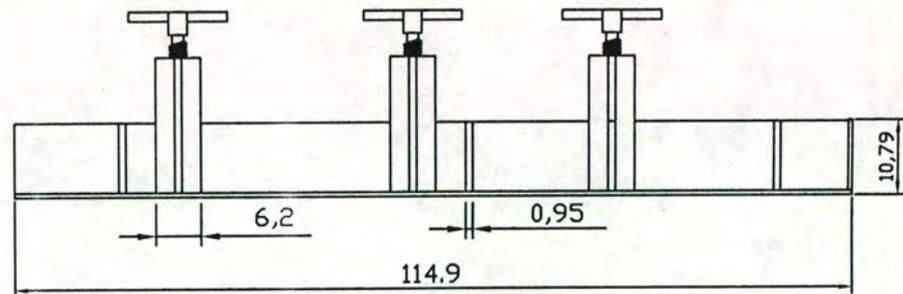
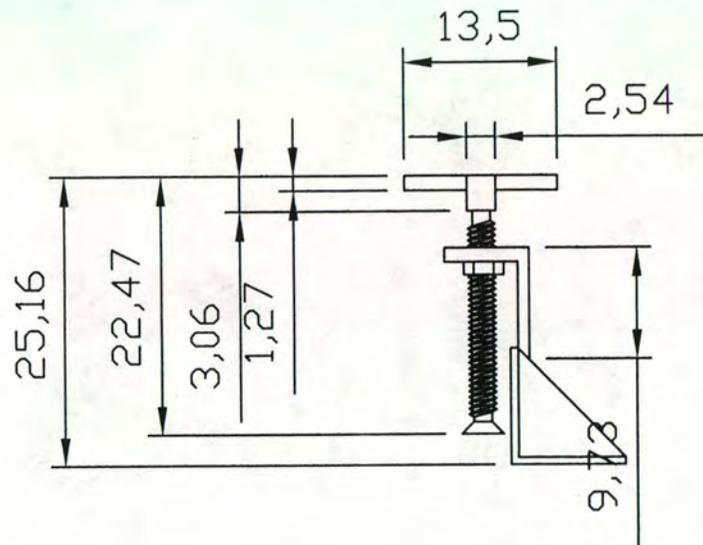
CRA. 13 #18-14  
TEL. 7440703 ARMENIA, Q.

MED=cm

PL 3



Ministerio de Desarrollo Económico  
artesanías de Colombia



PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA

Prensa mecánica de operación manual.

Version Artesanos

Fecha:  
febrero/2005

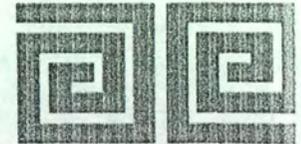
Dibujo: Efren Cardona Moreno.



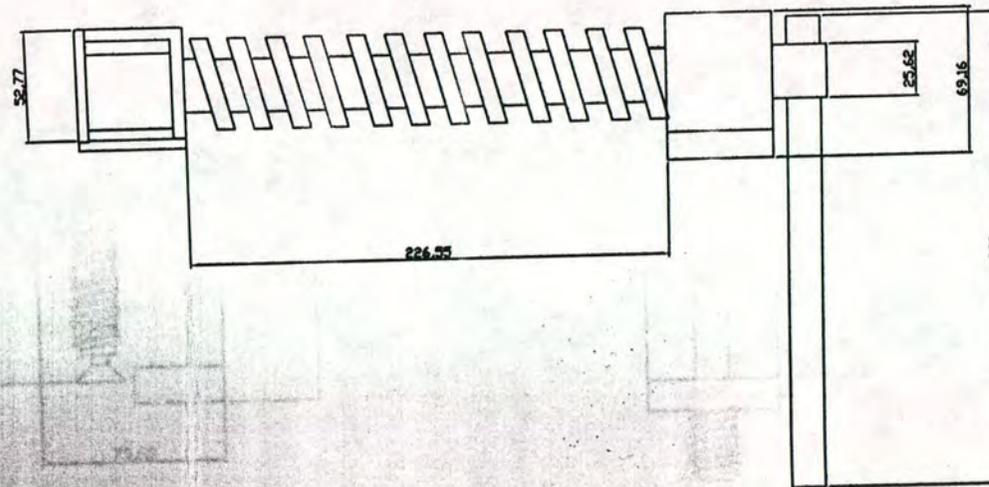
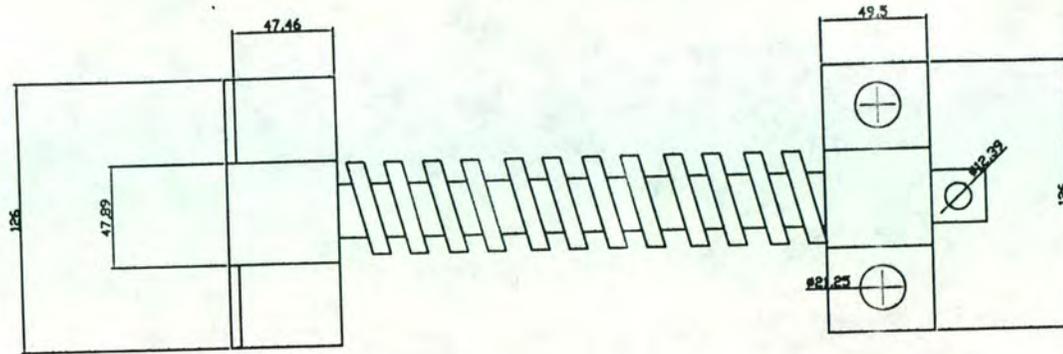
CRA. 13 #18-14  
TEL. 7440703 ARMENIA. Q.

MED=cm

PL 4



Ministerio de Desarrollo Económico  
artesanas de Colombia



PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA



Prensa mecánica de operación manual.

Versión artesanos

Fecha:  
febrero/2005

Dibujo: Efrén Cardona Moreno.



CRA. 13 #18-14  
TEL. 7440703 ARMENIA, Q.

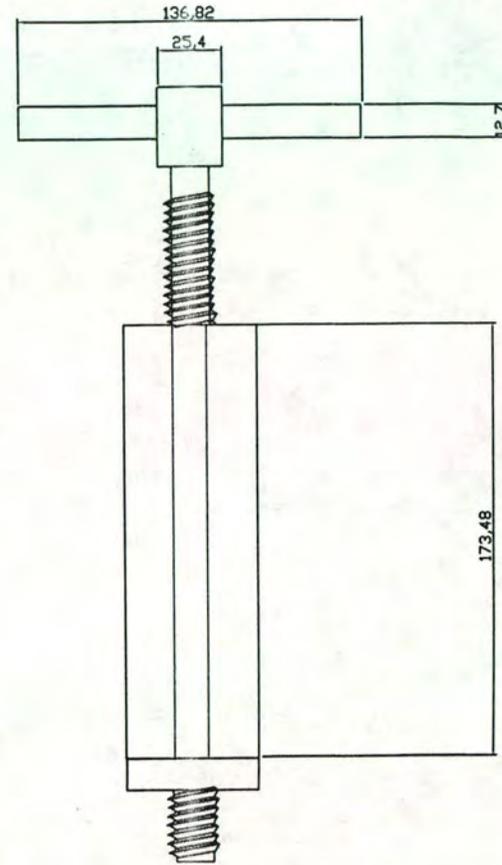
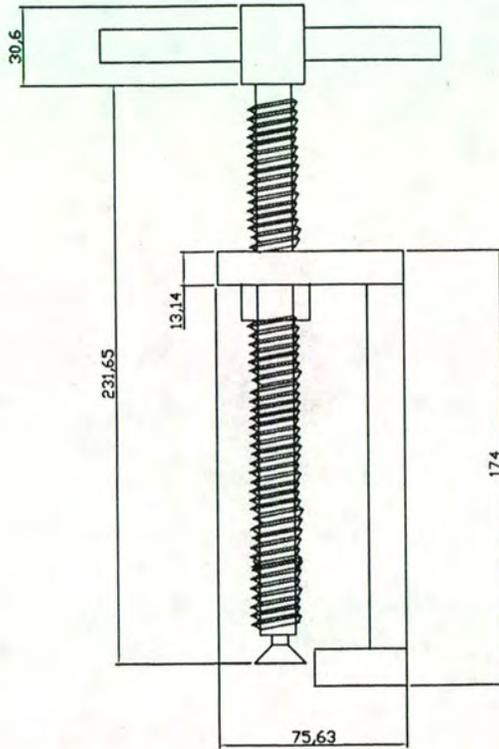
MED=cm

PL 5



Ministerio de Desarrollo Económico  
artesanías de Colombia

nc 5/8 \* 12  
hilos



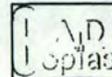
PROYECTO DE MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO  
CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA

Prensa mecánica de operación manual.

Version artesanos

Fecha:  
febrero/2005

Dibujo: Efren Cardona Moreno.

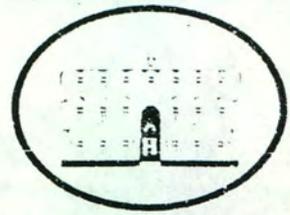


CRA. 15 #19-14  
TEL. 7440703 ARMENIA, Q.

MED=cm

PL 6

Ministerio de Desarrollo Económico  
artesanías de Colombia



**GOBERNACIÓN DE CALDAS**  
**Secretaría de Agricultura**

**Curso Básico de**  
**“PROCEDIMIENTOS EN PRESERVACIÓN Y SECADO”**

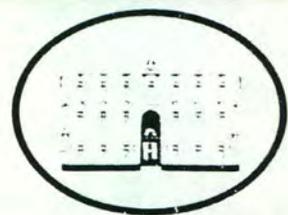
**ARTESANÍAS DE COLOMBIA S.A.**

**Por:**

**Jorge Augusto Montoya Arango**  
**Investigador en Guadua.**

**Carrera 21 calles 22 y 23 PBX: (6) 8842400 Ext.: 211 – 212 telefax: 8835323**  
**Manizales - Caldas - Colombia - Email: seagcaldas@col2.telecom.com.co**

PRIMERO CALDAS 100 AÑOS



GOBERNACIÓN DE CALDAS  
Secretaría de Agricultura

Pereira, Diciembre de 2003

## PRESERVACIÓN.

### TRATAMIENTOS SIN QUÍMICOS

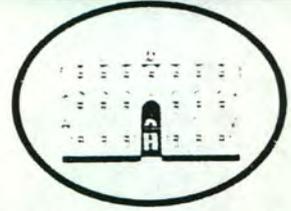
#### CURADO EN LA MATA.

Después de cortado el tallo de Guadua, este se debe dejar en pie, recostado a los otros culmos no cortados durante un tiempo superior a ocho días, momento en el cual se considera que la guadua evacúa un gran porcentaje de sus contenidos líquidos que incluyen azúcares y almidones contenidos igualmente en hojas y ramas. Esta técnica es conocida también como desjarretado y se cree además, que el corte debe hacerse en horas de la madrugada y en época de menguante para así evitar la atracción lumínica sobre los líquidos internos de la planta incrementando así la humedad contenida en ella. El contenido de humedad en la guadua es un factor sumamente importante ya que en el proceso de secado la guadua puede presentar problemas por deformaciones, situación que se observa cuando los tallos de guadua no están maduros.

#### CURADO POR INMERSIÓN EN AGUA

Consiste en sumergir los tallos cortados en agua, ya sea un estanque o un río, por un tiempo no mayor a cuatro semanas. Posteriormente se dejan escurrir y secar.<sup>1</sup> Este ha sido uno de los sistemas más empleados por los Asiáticos. Aparentemente, la penetración del agua internamente en los haces vasculares, hace que se evacue el aire que penetra al interior de la guadua; especialmente para aquellos sistemas que deseen implementar el proceso de preservación con el método de Boucherie modificado, se logró comprobar que este método es absolutamente necesario para incrementar la permeabilidad internamente en la guadua. Por otro lado, resultados que se han hecho en investigaciones han concluido que la inmersión en agua produce la aparición de manchas que hacen que muchas veces el acabado de la guadua resulte afectado, además se pueden presentar fisuras en los nudos de estos tallos cosa que no se presenta con el curado en mata (Hidalgo 1994 ).

<sup>1</sup> Hidalgo L. Oscar., Manual de Construcción con Bambú. Universidad Nacional de Colombia.



GOBERNACIÓN DE CALDAS  
Secretaría de Agricultura

### CURADO AL CALOR

La guadua cortada es "bañada" con fuego o colocada en brasas a distancia prudente, sin quemarla. Una variante de este método, es aplicada en Japón, sometiendo los bambues durante un lapso de 20 minutos a una temperatura entre 120°C y 150°C, lo que le da mayor efectividad, sin embargo pueden presentarse fisuras en la guadua<sup>2</sup>. Este sistema también es utilizado tanto para secar como para enderezar los tallos torcidos. A pesar de ser un sistema efectivo no es un sistema de curado que se pueda llevar al campo, puesto que involucra algunos elementos técnicos que incrementan los costos y que no serían de fácil acceso a los sitios de aprovechamientos o de producción de guadua.

### CURADO CON HUMO

Consiste en someter las guaduas a humo directo hasta que adquieran una capa exterior de hollín<sup>3</sup>, con un alto contenido de alquitrán.

### HERVIDO

Hervir durante 30 min, 1% solución de soda cáustica NaOH o carbonato de sodio durante aprox 60 min.

### LAVADO CON CAL

Se adiciona una cantidad del 30% de Ca (OH)<sub>2</sub>, ésta solución es aplicada con brocha o por inmersión, luego en el proceso de secado, es trasformada en carbonato de calcio - CaCO<sub>3</sub> por la operación unitaria denominada absorción.

## TRATAMIENTOS CON QUÍMICOS

### INMERSIÓN CON SOLUCIÓN DE ÁCIDO BÓRICO Y BÓRAX

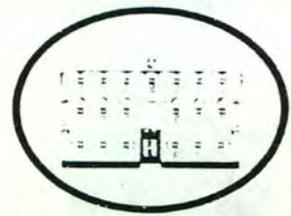
Este método consiste en introducir la guadua previamente agujerada por los tabiques (nudos de la guadua) preferiblemente con una varilla puntiaguda de 12.7 mm (1/2"), en un tanque que contiene la solución de ácido bórico y bórax en relación 2:1 al 3%, dejando allí la guadua en exposición prolongada por cuatro días, porque es el tiempo donde la guadua deja de absorber la solución.

### INYECCIÓN CON SOLUCIÓN DE ÁCIDO BÓRICO Y BÓRAX

El procedimiento para la aplicación de este método en el proceso es el siguiente: se perfora el canuto de la guadua con 2 agujeros de 3.2mm (1/8") o menor, cada uno cerca del tabique o nudo superior e inferior y se procede a inyectar la solución preservante de ácido bórico y bórax (3%) en cantidad suficiente que bañe las paredes internas; adicionando una cantidad que puede oscilar entre 10 ml y 20 ml de preservante por cada agujero.

<sup>2</sup> Idem

<sup>3</sup> Idem



GOBERNACIÓN DE CALDAS  
Secretaría de Agricultura

### BOUCHERIE MODIFICADO CON SOLUCIÓN DE ÁCIDO BÓRICO Y BÓRAX

Este método ideado por el Dr. M. A. Boucherie y patentado en Francia en 1838, con algunas modificaciones que se le han hecho desde entonces, es apropiado para el tratamiento de la albura (parte blanca, una vez retirada la corteza) de madera rolliza en estado verde y recién cortada. A través de este proceso, la albura de las especies tratables es penetrable en intervalos variables de tiempo que van desde minutos, hasta horas y días según la especie a tratar.

Este método ha sido adaptado para su uso en especies de bambú y específicamente, en la preservación de *Guadua Angustifolia*, realizando ensayos con guaduas recién cortadas.

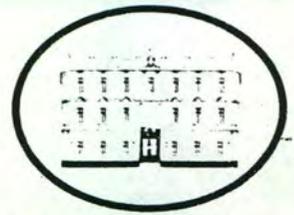
El procedimiento utilizado consiste en reemplazar la savia de la guadua por una solución de ácido bórico y bórax (3%), con la ayuda de un equipo de tratamiento que consta de un recipiente o tanque que contiene la solución y un sistema de presión (compresor) que ayuda a vencer la resistencia de la guadua al paso del preservante, trabajando con una presión de 137.88 Kpa (20 psi). El proceso termina una vez la solución preservante ha reemplazado la savia de la guadua.

### **SECADO.**

#### **CONCEPTOS BÁSICOS**

- **PERMEABILIDAD:** Una de las propiedades físicas que tiene la guadua es su permeabilidad a través de los vasos vasculares, es decir la capacidad que tienen los líquidos preservantes para pasar a través de ellos.
- **AGUA LIBRE:** Es el agua contenida en las cavidades celulares por encima del punto de saturación de las fibras y cuya eliminación durante el proceso de secado no produce cambios volumétricos
- **AGUA FIJA:** Es el agua que impregna las paredes celulares y cuya eliminación produce el fenómeno de contracción de la madera
- **CONTENIDO DE HUMEDAD:** Es la cantidad de agua contenida en la madera, normalmente expresada en una de las siguientes formas a) el porcentaje del peso de la madera anhidra; b) en el porcentaje del peso total de la madera; c) cantidad absoluta de agua en una cantidad absoluta de madera
- **PUNTO DE SATURACIÓN DE LAS FIBRAS (PSF):** Al iniciarse el secado, el agua libre se va perdiendo fácilmente por evaporación, ya que es retenida por fuerzas capilares muy débiles, hasta el momento en que ya contiene mas agua de este tipo. En este punto, la madera estará en lo que se denomina "punto o zona de saturación de las fibras" (PSF), que corresponde a un

Carrera 21 calles 22 y 23 PBX: (6) 8842400 Ext.: 211 - 212 telefax: 8835323  
Manizales- Caldas- Colombia - Email: seagcaldas@col2.telecom.com.co



**GOBERNACIÓN DE CALDAS**  
**Secretaría de Agricultura**

contenido de humedad entre 21 y 32%. Cuando la madera a alcanzado esta condición, sus paredes celulares están completamente saturadas pero sus cavidades están vacías.

Durante esta fase de secado, la madera no experimenta cambios dimensionales, ni alteraciones en sus propiedades mecánicas.

- **DENSIDAD:** Relación entre la masa de la madera y su volumen a un determinado contenido de humedad. Como con el cambio de humedad, la masa y el volumen también cambian, es recomendable especificar la condición de la humedad existente en el momento en el que se determina la densidad.
- **DENSIDAD:** La densidad de la madera se define como la masa por unidad de volumen a un determinado contenido de humedad y se expresa por la siguiente fórmula:

$$D = \frac{m}{V}$$

D = Densidad, en g/cm<sup>3</sup>

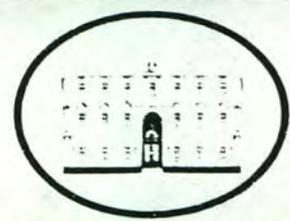
m = Masa de una pieza de madera a un determinado contenido de humedad en gramos

V = Volumen de la misma pieza a igual contenido de humedad, en cm<sup>3</sup>

- **HUMEDAD RELATIVA:** Es la relación entre la presión parcial del vapor de agua presente en el aire y la presión de vapor saturado a la misma temperatura, expresada en porcentaje. En otras palabras la humedad relativa del aire es la relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen determinado de aire y la mayor cantidad posible de vapor de agua que pueda hallarse en ese volumen de aire a la misma temperatura.

$$HR = \frac{p}{p_o} \times 100$$

- **CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO O HUMEDAD HIGROSCOPICA DE LA MADERA:** Cuando una pieza de madera se deja suficiente tiempo en un ambiente cuyas características de temperatura y humedad relativa permanecen constantes, se establece un equilibrio entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la que existe en el interior de la pieza de madera. Cuando este equilibrio es alcanzado, la humedad de la madera no varía más y se dice que ha llegado al contenido de humedad de equilibrio (ECH) o humedad limite. Este contenido de humedad permanecerá constante mientras las características del aire que rodean a la madera no cambien.



**GOBERNACIÓN DE CALDAS**  
**Secretaría de Agricultura**

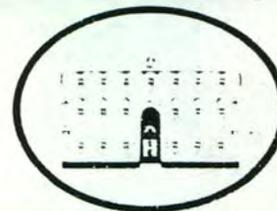
- **HUMEDAD HIGROSCOPICA:** humedad que está íntimamente unida, por absorción, con los elementos más finos de la pared celular y mantenida con fuerza suficiente para reducir de modo apreciable la presión del vapor.
- **AGUA DE SATURACIÓN, HIGROSCOPICA O FIJA:** El agua que se encuentra en las paredes celulares; también es llamada agua de inhibición. Existe la teoría de que el agua higroscópica está constituida por hidrogeniones fijados principalmente a los grupos hidroxilo de la lignina. Durante el secado de la madera, cuando ésta ha perdido su agua libre por evaporación y continúa secándose, la pérdida de humedad ocurre con mayor lentitud hasta llegar a un estado de equilibrio higroscópico con la humedad relativa de la atmósfera circundante
- **HINCHAZON:** Es el incremento de las dimensiones de una pieza de madera causado por el aumento del contenido de humedad, siempre que la cantidad de líquido contenido en ella esté por debajo del punto de saturación de las fibras. La hinchazón puede ser longitudinal, tangencial, radial y volumétrica.
- **ELASTICIDAD:** Es la aptitud de un material para deformarse y recuperar después su forma original. El esfuerzo es proporcional a la deformación solo dentro de los límites de una deformación elástica.

El valor más probable del módulo de elasticidad conviene especificarlo en  $140.000 \text{ Kg/cm}^2$  que coincide con el del hormigón. el valor del módulo de elasticidad no se incrementa con la edad por lo tanto el valor que se elija no dependerá de dicha variable. Los nudos pueden ser las partes más débiles en bambúes sometidos a esfuerzos de tracción.

- **DUCTILIDAD:** Es la propiedad que permite la deformación permanente antes de la fractura en tracción y se mide en valores de porcentaje de alargamiento. La guadua tiene una ductilidad alta.
- **TENACIDAD:** Es la capacidad de un material para soportar una carga de impacto o de choque sin romperse.

### **TIPOS DE SECADO**

- **SECADO NATURAL:** El secado natural o al aire libre consiste en exponer la madera a la acción de los factores climáticos de un lugar. Estos factores son la temperatura, la humedad relativa de la atmósfera y el aire que en permanente movimiento, sirve de agente para establecer un equilibrio higroscópico entre el medio ambiente y la madera. Este sistema de secado ha sido el más ampliamente utilizado. Sin embargo, por estar sujeto a los cambios climáticos, no es posible ejercer control sobre su desarrollo. La duración depende de las



**GOBERNACIÓN DE CALDAS**  
**Secretaría de Agricultura**

características de las especies de madera, de las condiciones climáticas, de la forma de apilado y de la disposición y ubicación del patio de secado, pero en cualquier caso el proceso es relativamente lento.

- **SECADO AL VACIO:**

Principio de funcionamiento; desde que se iniciaron las investigaciones sobre secado de la madera constituya el elemento primordial en el proceso de secado. Ella es, según la especie de 100 a 1000 veces más lenta que la velocidad de evaporación en la superficie del material. Por lo tanto para aumentar la velocidad del secado, es necesario aumentar la velocidad de circulación del agua en el interior de la madera.

Según P. JOLY y F MORE CHEVALIER, el agua circula a una velocidad cinco veces mayor en un material bajo presión de 60 mm de mercurio que bajo una presión de 760 mm de mercurio. Esta propiedad es la que sirve de fundamento para el desarrollo del proceso de secado al vacío.

Complementariamente es importante recalcar que la acción del vacío también se traduce en una disminución de la temperatura de ebullición de l agua, con lo cual se logra una intensificación de la evaporación en la superficie. Como consecuencia de ello, se aumenta el gradiente de temperatura en la madera ya que la superficie se enfría más rápido que el centro a causa de la intensa evaporación, trayendo como efecto un aumento de la velocidad de secado

- **SECADO SOLAR:** Desde hace varias décadas se ha venido investigando el uso de la energía solar para el secamiento de la madera. En general, se busca que mediante un colector plano la energía de radiación se convierta en energía térmica. Esta energía alcanza hasta 60°C en zonas tropicales.

Los diseños de cuartos para el secado solar de maderas varían según las diferentes latitudes en las cuales se han hecho investigaciones.

En comparación con el secado al aire libre, se ha demostrado que el secado solar reduce el tiempo de secado entre dos y cinco veces y permite obtener contenidos de humedad final por debajo de la humedad de equilibrio del lugar

Respecto al secado artificial convencional, las instalaciones son mucho más baratas y los costos de secado se reducen considerablemente en las zonas tropicales con una radiación solar adecuada para secar la madera. Aún en sus límites inferiores, estos secadores presentan una alternativa económica y técnica para las pequeñas industrias de la madera.