

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
PRESENTA:

GERARDO GARCÍA ORTIZ

CON EL PROYECTO:

" SECADORA PARA BAMBU "

TESIS CON  
FALLA FE ORGEN

MAYO, 1991

209  
3



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

---

## CONTENIDO

---

Antecedentes

Justificación

### 1. El Bambú

1.1 Características

1.2 Ventajas y desventajas como material

1.3 Tratamientos de preparación

1.3.1 Por qué preparar?

1.3.2 Corte/curado

1.3.3 Preservación

1.4 El tratamiento de secado

1.4.1 Por qué secar?

1.4.2 El concepto de Contenido de Humedad en Equilibrio

1.4.3 Determinación del contenido de humedad

1.4.4 Procedimientos de secado

1.4.4.1 Qué es secar?

1.4.4.2 Al aire libre

1.4.4.3 En estufa

1.4.4.4 A fuego abierto

1.4.4.5 Experiencias de secado

1.4.4.6 Situaciones que afectan al bambú durante el secado

1.5 Compatibilidad entre procesos de preparación

1.6 El bambú en México

### 2. Perfil del producto

2.1 Condicionantes

2.2 Subsistemas

2.3 Requerimientos

### **3. Ergonomía**

#### **3.1 Ergonomía del producto**

##### **3.1.1 Características**

##### **3.1.2 Secuencia de operaciones**

#### **3.2 Ergonomía del usuario**

##### **3.2.1 Datos generales**

##### **3.2.2 Antropometría**

##### **3.2.3 Relaciones de operación**

#### **3.3 Ambiente de trabajo**

### **4. El producto diseñado**

#### **4.1 Memoria descriptiva**

#### **4.2 Planos**

#### **4.3 Estimación de costos**

### **5. Conclusión**

#### **A. Glosario**

#### **B. Desarrollo del ensayo**

##### **B.1 Objetivos**

##### **B.2 Simulador**

##### **B.3 Descripción cronológica**

##### **B.4 Determinación del porcentaje relativo de pérdida de humedad**

##### **B.5 Registro de resultados, tablas y gráfica**

##### **B.6 Fotografías**

#### **C. Bibliografía**

#### **D. Fuentes de consulta**

---

## ANTECEDENTES

---

Dentro de la particular situación política y económica del país, sobre todo en la segunda mitad del siglo XX, es notoria la contradicción entre la producción artesanal (incluida la presunción nacionalista que en ciertos ámbitos ideológicos se hace de ella) y la situación en que se encuentran quienes la elaboran. Las explicaciones y soluciones más realistas al respecto coinciden en que éstas deben basarse en un análisis integral de los protagonistas y las relaciones de producción implicadas (cultura, tecnología, comercialización, consumo, etc).

A pesar de esa problemática gran parte de la producción artesanal aun permite subsistir a familias rurales de modo que, conociendo un oficio y contando con los medios y condiciones adecuadas, es factible que puedan elevar su nivel de vida, así como evitar la necesidad de migrar a las ciudades; el propósito de la creación de empleos (entre otros no menos importantes que se discuten más adelante), es base de algunos programas de fomento a esa actividad.

El programa a destacar es aquel que tiene como finalidad la promoción de "Talleres de salvación de técnicas y materias primas tradicionales". Un proyecto relativo a este programa consiste en impulsar el desarrollo de talleres de ubicación rural destinados a la explotación del bambú, planta que presenta ciertas cualidades superiores en comparación con otras materias primas de más o menos los mismos usos, como la madera.

3  
Por su parte el Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART), en 1981, inició la recopilación de datos acerca de las condiciones en que se cultiva y explota el bambú en México, incluyendo la descripción de procesos y aplicaciones. Asimismo la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la ENEP de Aragón, coordinó el proyecto "Desarrollo de herramienta, maquinaria y equipo para procesamiento del bambú", cuya realización contó con la colaboración del área de Diseño Industrial de la escuela. Así, me integré a un grupo de compañeros donde cada uno habría de diseñar equipos específicos, de tal manera que se contribuyera en la propuesta de un taller completo.

El tema elegido consiste en el diseño de una Secadora, que responde a uno de los procesos de preparación que más se reflejan en la calidad y la

duración de productos fabricados en este material. Por otra parte consideré conveniente apuntar el tema hacia la promoción de una materia prima con una difusión relativamente pobre, pero con diferentes propiedades, en cuyo aprovechamiento la actividad de diseño es imprescindible.

Otra de las razones por las que me incliné hacia este tema, es que implica, por una parte, obtener datos no existentes en México acerca del secado (ésto es, desarrollar información a partir de precedentes escasos), y por otra, trabajar sin productos similares existentes. Esto resultó para mí un atractivo que permitiría una expresión más abierta de ideas y criterios.

---

## JUSTIFICACION

---

Definitivamente, el ámbito socioeconómico en que se inscribe este tema de tesis es el artesanal, cuyo estancamiento se ha favorecido por el sistema político en el poder; ya sea separando al pequeño productor de sus medios de producción; provocando cambios desfavorables en las formas de circulación, distribución y consumo de sus productos; o convirtiéndolo, en muchos casos, en un "obrero que vende ya no el resultado de su actividad sino su fuerza de trabajo, es decir, su capacidad de laborar por un tiempo estipulado, a cambio de un salario que nunca equivale a los valores que crea con su trabajo".<sup>1</sup>

Sin embargo, ese proceso de capitalización no ha eliminado del todo a formas productivas artesanales. Inclusive, existen formas de producción, como la del bambú, que debido a sus características como material, es casi imposible implementarla en sistemas estrictamente industriales.

Dentro de los proyectos generales de fomento a las artesanías se menciona el apoyo técnico que deben recibir las comunidades artesanales, en particular, el apoyo al mejoramiento de la calidad y la capacidad de producción para atender una demanda que, por otro lado, se trata de incrementar. En las conclusiones de este trabajo de tesis se incluyen otros aspectos relativos a la problemática artesanal.

En cuanto a los fundamentos generales que apoyan la necesidad de mejorar su calidad es necesario indicar que como materia prima para la fabricación de artículos, el bambú requiere de cierta preparación que tienda a evitar ciertas condiciones que le son nocivas y que le impedirían funcionar adecuadamente como materia prima. De ello se deriva la necesidad de efectuar medidas preventivas de tratamiento que lo conviertan en un material más competitivo.

Gran parte de los problemas que presentan los productos de bambú se deben a que no se utilizan adecuadamente, o se desconocen las mencionadas medidas preventivas, que se reducen a tres básicas: curado, preservación y

<sup>1</sup> Becerril Straffon, et al. *Textos de Antologías sobre arte popular*, p. 201

secado. Esos problemas han causado que se extienda la creencia de que los productos de bambú "se pican", o que el bambú de algunos lugares no sirve.<sup>2</sup>

El curado consiste en eliminar del tallo sustancias que atraen a ciertos insectos. La preservación es la impregnación del tallo con químicos que eviten el ataque de hongos y xilófagos. El secado tiene la finalidad de dar estabilidad dimensional al material, así como una mayor resistencia y duración.

Es importante señalar que en general, estos tratamientos son llevados a cabo en forma parcial y con un control empírico. El diseño propuesto en esta tesis trata de auxiliar en la sistematización y control del secado para integrar al trabajo artesanal dentro de sistemas de producción más eficientes. No se pretende la mecanización indiscriminada en la ejecución de operaciones, sino auxiliar en el trabajo de preparación del bambú con el fin de obtener productos más competitivos.

En todos los casos se entenderá el trabajo artesanal no sólo como un método de producción donde es escaso el uso de herramientas complejas y abundante la intervención de la habilidad manual, sino como la forma de vida de un sector de la población que implica fenómenos culturales.

<sup>2</sup> Chávez Aguilera, Carlos et al, *Cultivo y explotación del bambú...*, p. 77.



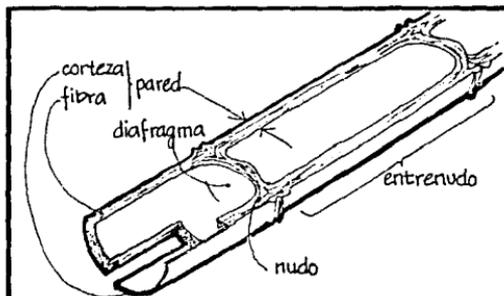
## 1.1 CARACTERÍSTICAS

Se clasifica a los bambúes como una subfamilia de las gramíneas. Aunque no se ha logrado saber con exactitud el número de especies que existen en el mundo, Oscar Hidalgo, investigador de esta planta, indica que existen unos 47 géneros y 1250 especies. La planta se compone de rizoma (equivalente a la raíz), y tallo o caña con ramas. Para los fines de este trabajo, solo se detalla este último.

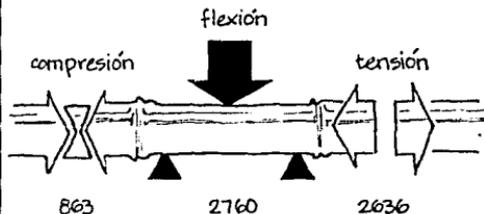
El tallo brota del suelo con su máximo diámetro, y va adelgazando proporcionalmente con su altura. Es leñoso, cilíndrico, hueco y con una composición química semejante a la de la madera. Está protegido con brácteas u hojas de forma triangular que se originan en cada uno de los nudos y lo recubren.

Respecto a sus propiedades mecánicas, aunque variables según la especie y la zona del tallo, se han registrado las resistencias máximas mostradas en la ilustración. Esto respalda su uso como refuerzo para piezas de concreto.

El tallo de edad entre 1 y 3 años se emplea para fabricar papel y productos que requieren tiras de pared blandas. El de 3 a 6 años se emplea en objetos que requieren mayor resistencia física, como muebles o elementos de refuerzo estructural. La capa superficial o corteza es altamente impermeable y dura, sobre todo cuando el tallo está seco.



RESISTENCIAS MÁXIMAS PROMEDIO (Kg/cm<sup>2</sup>)



<sup>3</sup> Hidalgo López, Oscar, *El bambú, su cultivo y aptic.*

<sup>4</sup> Hidalgo, p. 84.

## 1.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS COMO MATERIAL

### Ventajas:

- a) Su reproducción es más rápida que la de la madera.
- b) Su sección circular y su interior hueco lo hacen un material liviano, fácil de transportar y de almacenar.
- c) El diafragma o pared transversal lo hace rígido y elástico.
- d) La constitución fibrosa de sus paredes, permite que sea cortado longitudinal o transversalmente.
- e) Su superficie natural es lisa, limpia, de un color atractivo y no requiere ser raspada, pintada o pulida.
- f) Puede emplearse en combinación con todo tipo de materiales para construcción, como refuerzo.
- g) Puede cortarse en chapas.

### Desventajas:

- a) El contacto permanente con la humedad lo pudre y genera el ataque de insectos, debilitando su pared.
- b) Es combustible cuando está seco, por lo que debe impregnarse con alguna sustancia a prueba de fuego.
- c) Pierde resistencia con el tiempo, si no se prepara adecuadamente.
- d) Longitudinalmente no tiene un diámetro ni espesor de pared constantes.
- e) Al secarse, se contrae considerablemente: hasta 5% en diámetro y hasta 0.05% en longitud.
- f) Requiere de tipos específicos de ensamble; por su alta tendencia a rajarse, no acepta elementos de unión si estos se incrustan "abriendo" la fibra.

Estas desventajas pueden superarse si los productos son bien diseñados y si se cuenta con materia prima de calidad, en base a la aplicación de los procesos de preparación que se describen más adelante.

### 1.3 TRATAMIENTOS DE PREPARACION

#### 1.3.1 ¿Por que preparar?

Hidalgo<sup>5</sup> nos menciona que el bambú, al igual que la madera, una vez cortado se altera, se pudre y finalmente se reduce a polvo, por la influencia de agentes atmosféricos y la acción de organismos vegetales o animales. Sin embargo, se conservará mientras se evite que todos estos elementos nocivos no se desarrollen ni se propaguen, ello se logra sometándolo una serie de cuidados físicos y químicos: curado, preservación y secado. En el caso de éste último, la descripción se hará con más amplitud en el siguiente índice.

#### 1.3.2 Curado

Es conveniente aclarar que existe cierta ambigüedad en el manejo del término "curado" (traducción literal del término "seasoning", que ocasionalmente se traduce como "sazonado"), y que en algunas ocasiones se maneja como proceso equivalente al secado. En este texto se le considera por separado.

Cuando aún no está maduro, el bambú es más propenso al ataque de insectos, y se recomienda talar cuando los insectos se encuentran en invernación. Una vez que se ha cortado, el tallo mantiene una cantidad considerable de humedad, azúcares y almidones, conocida con el nombre de savia. Esta es la conductora de los alimentos obtenidos del suelo por medio del rizoma y es indispensable en la etapa de crecimiento. Sin embargo, esa sustancia atrae a ciertos insectos, de manera que es necesario eliminarla por medio de lo que se conoce comúnmente como curado.

Chávez<sup>7</sup> describe tres métodos comunes:

El curado en mata consiste en parar los tallos cortados sin quitar ramas ni hojas, recostados en otros vecinos, sin contacto con el piso, por un periodo

<sup>5</sup> Hidalgo, p. 91.

<sup>6</sup> Chávez, p. 23.

<sup>7</sup> Ibid.

de 4 a 8 semanas al aire libre. Con este sistema su color no cambia tanto y no son atacados por hongos, sin embargo, se encuentran sujetos a las condiciones atmosféricas.

Otra forma de curado consiste en someterlos a inmersión en agua (de manera que ésta ocupe el lugar de la savia), durante no menos de cuatro semanas. Tiene la desventaja de que pueden presentarse manchas o rajaduras.

También se puede curar el tallo colocándolo, después de cortado, sobre fuego abierto, rotándolo, sin quemarlo. Con ello se logra matar cualquier insecto que se encuentre en el interior, las sustancias líquidas son expulsadas y el fuego endurece la pared exterior, haciéndola menos propicia al ataque de insectos.

### 1.3.3 Preservación

Los productos químicos y los procesos de prevención para bambú contra ataque de insectos y hongos son muy semejantes a los empleados para la madera.

El químico empleado depende en gran parte del uso que se le vaya a dar al tallo; son comunes el petróleo con pentaclorofenol, la creosota y las sales solubles en agua. Los procesos de aplicación recomendados son los siguientes:

11 A Presión.- Consiste en hacer penetrar la solución preservativa a presión por un extremo del bambú en verde; hasta que tome el lugar de la savia<sup>8</sup>. Como puede verse, mediante ésta técnica también queda curado.

En este método es necesario el uso de sales hidrosolubles, que quedarán impregnadas una vez que se seque la pieza, sin embargo, tiene el inconveniente de que, si el tallo es sometido a un calentamiento con fuego abierto posterior, las sales pierden su efectividad.

Por inmersión.- Consiste en sumergir el tallo en una solución preservadora, (generalmente sales hidrosolubles), colocada en un tanque, durante varios días, hasta que la solución es absorbida. Esto implica que

<sup>8</sup>Chávez, p. 29.

<sup>9</sup>Chávez, p. 30.

el tallo deberá estar previamente seco, para que dicha absorción tenga lugar. Cuando se utilizan sales oleosolubles (como el pentaclorofenol), la inmersión debe efectuarse después del secado (ya que la humedad no permitiría la absorción de una sustancia grasosa), y dura de 2 a 3 min. Posteriormente, el tallo se orea uno o dos días, durante los cuales se impregna la sustancia y desaparecen sus excedentes y su olor. Es usual hacer una pequeña perforación a través de los diafragmas en los nudos, de manera que las sales no tengan dificultad para llegar a las paredes interiores.

## 1.4 EL TRATAMIENTO DE SECADO

### 1.4.1 ¿Por qué secar?

Durante la etapa de crecimiento, la pared del tallo es muy blanda, su resistencia es baja y contiene un promedio de humedad del 95%. Así, cuando va a utilizarse como materia prima en algún producto, debe eliminarse esa humedad, por las siguientes razones:

- a. El bambú se contrae con la pérdida de humedad y se dilata cuando ésta aumenta. Para reducir al mínimo los cambios de dimensión, su contenido de humedad deberá aproximarse al nivel normal del ambiente.
- b. El secado disminuye el peso del bambú y por lo tanto su precio de transporte.
- c. Los organismos que ocasionan pudrición y manchas, normalmente no sobreviven cuando el contenido de humedad está por debajo de 15%.
- d. Las propiedades de resistencia aumentan cuando el contenido de humedad tiende a bajar.
- e. Los pegamentos actúan mejor en piezas secas.
- f. Las partes que se han de impregnar con sustancias químicas, al estar secas, logran una mejor absorción.
- g. El terminado de piezas secas es más fácil que cuando están húmedas.

### 1.4.2 El concepto de Contenido de Humedad en Equilibrio.

La madera, al igual que otros materiales orgánicos, como el bambú, tiene cualidades higroscópicas, es decir, cede o absorbe humedad del medio ambiente

a través de su superficie. En el caso del bambú esto sucede a través de los extremos abiertos, y de la pared interna en menor grado, hasta alcanzar un equilibrio en el cual cesa ese intercambio de humedad. Cuando esto ocurre, se dice que ha alcanzado su Contenido de Humedad en Equilibrio (CHE). Este parámetro está en función de la temperatura, la humedad relativa del aire y de la especie de la madera, por lo que en cada localidad se tendrá un CHE característico que variará de acuerdo con la época del año.

Conociendo las distribuciones extremas del CHE de las distintas regiones del país, pueden tomarse medidas para disminuir o incluso suprimir los problemas ocasionados por la contracción y expansión del material. Puede conocerse el contenido de humedad final que alcanzará una madera poniéndola a secar al aire, ya que no se secará más de lo que permiten las condiciones ambientales.

Los meses de abril y septiembre se consideran como representativos de las temporadas seca y húmeda, respectivamente, debido a que tienen las condiciones extremas de humedad relativa del aire, de hecho ésta es la variable que más afecta en CHE de la madera.

Riba<sup>11</sup> describe las siguientes condiciones para la zona tropical del país:

	HUMEDAD RELATIVA		TEMP	CHE ± 0.5%	
	abril	sept		abril	sept
MINIMA	35%	55%	0 - 40 C	7%	10%
MAXIMA	70%	70%		13%	135%

Se recomienda tomar los valores mínimos de CHE al tratarse de madera destinada a interiores o sitios cubiertos y los máximos cuando este a la intemperie o en exteriores. Si se conoce el destino final de una madera, es recomendable acondicionarla para que tenga un contenido de humedad semejante al CHE que tendrá en el lugar en que se va a emplear.

<sup>11</sup> Riba, *Contenido de humedad para maderas...*, pp. 7 a 12.

#### 1.4.3 Determinación del contenido de humedad.

El CH del bambú, al igual que en la madera, se expresa como un porcentaje de su peso seco: cuando se dice que una pieza tiene un contenido de humedad del 12%, significa que el peso del agua, en esa pieza, es igual al 12% del peso seco de esa misma pieza. La fórmula para determinar el CH en una muestra es<sup>12</sup>:

$$CH = (P - S / S) 100$$

donde:

CH = contenido de humedad como porcentaje del peso seco.

P = peso de la muestra antes de ser secada.

S = peso de la muestra, ya seca.

En las industrias madereras se emplean medidores eléctricos para estimar el CH de las maderas, cuando no se dispone del tiempo necesario para hacer la prueba en el horno o cuando no se requiere una medida muy exacta.

Estos medidores están basados en las relaciones que existen entre las propiedades eléctricas de la madera y su contenido de humedad. Con algunas modificaciones, éstos pueden ser utilizados para medir el CH del bambú.

Para los efectos de este proyecto de tesis, el CH se calcula por medio del registro de pesos y la aplicación de la fórmula.

#### 1.4.4. Procedimientos de secado.

##### 1.4.4.1 ¿Qué es secar?

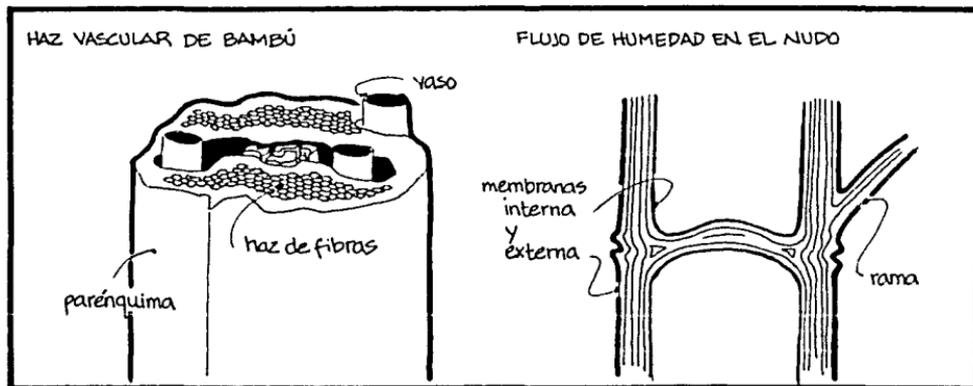
En los términos más sencillos, secar implica extraer la humedad -o el agua- del material y, tratándose de bambú, eliminar el agua implica la eliminación de almidones, azúcares e incluso resinas (que en conjunto componen la savia). Durante el proceso, las moléculas de savia y de agua son sustituidas por otras de aire. Para comprender mejor este proceso, es importante conocer la estructura misma del tallo, así como los cambios físicos que se originan en

<sup>12</sup> Hidalgo, p. 94.

el mismo.

Tewari<sup>13</sup> expone que los tejidos del tallo se componen de células parénquima que tienen la función de almacenar los nutrientes, y de haces vasculares, constituidos a su vez por vasos (un 15%) y fibras (que corresponden al 60 o 70% del peso del bambú). El movimiento del agua en el tallo tiene lugar a través de los vasos mientras que las fibras son responsables de la resistencia mecánica del tallo.

En los entrenudos, todos los vasos son paralelos al eje de la planta, sin ramificación o contacto entre cada uno. Sin embargo dentro de los nudos, a través de los diafragmas, tiene lugar una amplia ramificación, haciéndose posible un transporte horizontal de líquidos y la conexión entre lados opuestos del tallo. Desde los nudos algunos vasos se conectan a las ramas del bambú, por donde también puede existir intercambio de humedad con el exterior. El número de vasos disponibles disminuye de abajo hacia arriba.



13. Tewari, pp. 12 a 14.

Cuando el bambú es secado, la savia en los vasos es desalojada, su lugar es ocupado por aire, y los huecos de las células en los nudos se cierran. Esa impermeabilidad de las paredes del tallo puede causar rajaduras en condiciones de secado rápidas.

#### 1.4.4.2 Al aire libre

El secado al aire se efectúa apilando los tallos, con separadores o en capas perpendiculares, bajo un techo que deje pasar libremente el aire. De preferencia, los tallos deben quedar alineados a la dirección del viento. El CIH que conservan apilados después de un promedio de dos meses, depende del equilibrio de la humedad en la atmósfera, que puede ser variable de un lugar a otro. Por ejemplo, la humedad relativa en la Ciudad de México varía de un 35 a un 55%, con contenidos de humedad posibles de 7 a 13%, respectivamente.

#### 1.4.4.3 En estufa

El secado en estufa se hace utilizando las comúnmente empleadas en el secado de la madera aserrada; en cámaras de metal o de ladrillo y concreto, equipadas de tal manera que se pueda ejercer cierto grado de control sobre los factores que afectan al secado. Sin embargo este procedimiento es considerado poco económico.<sup>14</sup>

La mayoría de las especies de bambú sufren serias rajaduras y agrietamiento en los nudos, aún en secado al aire en clima templado. El uso de estufa, empapando el tallo y bajo condiciones controladas, tampoco es satisfactorio para prevenir en su totalidad estos desperfectos.<sup>15</sup>

Ampliando las razones del porque no puede secarse el bambú en estufa igual que la madera, existen las siguientes diferencias:

- a) Para secar madera en estufa, debe dimensionarse en tablas y polines, con el fin de mantener uniforme la saturación y el secado de la pieza. Tal dimensionamiento, sin embargo, no es factible con bambúes "en redondo",

<sup>14</sup> Purushotam, *Preservative treatment...*, p. 656.

<sup>15</sup> Sharma. *Chemical Seasoning...*, p. 674.

pues el diámetro siempre disminuye hacia la porción superior. En todo caso, habría que cortarlos en tablillas.

- b) Suponiendo que el tallo entero quedara uniformemente saturado (con un CH igual en la base que en la punta), la cantidad neta de humedad contenida seguirá siendo mayor hacia la base.
- c) La saturación con humedad no es tan factible en el bambú como lo es en la madera, pues la caña tiene una pared exterior prácticamente impermeable y diafragmas o "tabiques" en cada nudo que impiden una fluida impregnación de toda la pared interior, requiriendo entonces de un tiempo considerablemente mayor (véase Curado por Inmersión).

#### 1.4.4.4 A fuego abierto

Este es uno de los métodos más comunes de secado. Tradicionalmente, consiste en colocar los tallos entre dos soportes, de tal manera que permanezcan horizontales a unos de 30 cms arriba de flamas o brasas encendidas. Para un calentamiento uniforme, el tallo debe girarse constantemente. Esto además transforma el color de la superficie de verde a café claro. Con el fin de que no ocurran serios daños durante este procedimiento, se recomienda, primero, secar al aire hasta que su CH sea de aproximadamente 50%.<sup>16</sup>

En las industrias artesanales del Japón se emplea una estufa metálica, eléctrica o de gas, que tiene en la parte inferior la zona de calor. El bambú se apoya en dos huecos extremos, que además permiten que aquel se gire.

Como la madera, esta planta contiene resinas vegetales, principalmente en sus capas exteriores. A diferencia de las dos anteriores, en esta técnica de secado la resina es expulsada a través de la corteza y luego "chamuscada", por efecto del calor. Por ello, es frecuente dar ciertos cuidados durante el secado, de manera que, además de conservar la superficie limpia, se aprovecha esta sustancia para lustrarla. Generalmente, la operación consiste en frotar la resina con un trapo húmedo en el sentido longitudinal.

<sup>16</sup> Hidalgo, p. 66.

No debe confundirse el dar un acabado a la superficie "quemándola" y secar el tallo por fuego abierto; en éste último caso, la aplicación de calor se supone menos drástica y mas prolongada.

Durante el crecimiento del tallo se presentan desviaciones que, cuando va a usarse como elemento estructural o decorativo, requieren ser corregidas, hasta obtener piezas rectas o, en muchos casos, piezas curvas que permitan la elaboración de diseños más variados.

Una de las principales virtudes del bambú, es su relativa facilidad para ser enderezado o curvado al calor. Para ello, se emplean diferentes sistemas, según sus dimensiones; los de diámetros mayores a 8 cm pueden doblarse colocándolo previamente sobre fuego abierto. Tallos de menor diámetro se doblan utilizando la flama de un soplete de gas, sin concentrarla en un sólo punto ni acercarla demasiado, ya que corre el riesgo de quemarse.

La viabilidad de enderezar implica: calentar la parte que se doblará; la existencia de cierto grado de humedad para permitir el desplazamiento de las fibras; y aplicar una fuerza de flexión entre los puntos de apoyo necesarios, hasta conseguir la corrección deseada. En el caso del curvado, será necesario que éstos puntos de apoyo estén bien calculados, para evitar el rompimiento de la pieza.

Tabla comparativa de las características de los procedimientos de secado.

	en estufa	al aire libre	a fuego abierto
<b>DURACION</b>	ciclo de secado de varios días.	ciclo de secado de ocho semanas.	ciclo de secado de 1 a 6 h.
<b>ACABADO</b>	color café claro.	color amarillo.	pared café, endurecida.
<b>COSTO</b>	equipo de precio comparativamente mayor, consume energía eléctrica.	requiere de instalaciones escasas, y de ningún insumo.	equipo de mediano costo, consume algún combustible.
<b>OTROS</b>	el secado puede graduarse con precisión.	depende de las condiciones climatológicas.	requiere de inspección y limpieza continuos.
	la saturación del tallo antes del secado no es una medida tan efectiva.	el tallo frecuentemente se raja y es atacado por hongos e insectos	caliente, el tallo puede curarse o enderezarse. El calor mata insectos en el tallo.

#### 1.4.4.5 Experiencias de secado

Rehman e Ishac<sup>17</sup> realizaron una serie de experimentos, algunos de cuyos resultados menciono por ser de interés.

EXPERIMENTO	DIAM PARED %CH			AL AIRE		EN ESTUFA		FUEGO ABIERTO	
				días	CHfinal	días	CHfinal	hrs	CHfinal
1	5	1	70-90	105	18	09	12	6	12-20
2	15	1	52-72	40	20-30	5-14	10		
3	10	1.5	70	70	11-15	13-20	10		

1. "Durante el secado a fuego abierto, la flama era variable y con humos. La humedad salia por los extremos en forma de agua y vapor. Al final del tratamiento la mayor parte de los bambues se habían agrietado y aplastado, probablemente porque el calor no fue uniforme. En condiciones menos severas, después de 36 hs de secado, se obtuvo un CH de 20%, no se presentaron deformaciones y el estado de los tallos fue satisfactorio, además, adquirieron un color café claro."
2. "Al principio aparecieron fisuras que después se cerraron. Al final, los bambúes maduros se rajaron en los extremos."
3. "Se perforaron paredes de los nudos en algunas secciones para ver si había diferencia con el secado de secciones no perforadas. Al aire libre, no hubo diferencia considerable. En estufa, las secciones no perforadas tardaron 4 días más para secarse que las perforadas. Ello demuestra que la comunicación al interior del nudo agiliza el intercambio de humedad."

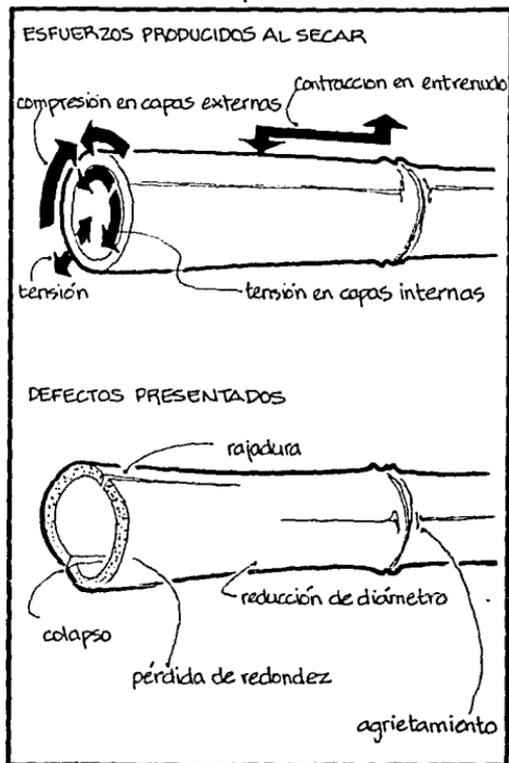
Por otra parte, al revisar muestras de tallos maduros, se detectaron diferencias de hasta 42% entre el CH de la punta y la base del tallo. De ahí que la región basal siempre demora más para secarse. Además, los tallos inmaduros, que tienen mayor contenido pero menores diferencias de humedad, tardan más para secarse y cuando su pared es delgada tiende a deformarse.

17  
ibid. p. 98.

#### 1.4.4.6 Situaciones que afectan al bambú durante el secado

Son diversos los factores que intervienen en este proceso como: especie, espesor de pared, posición al secar y grado de madurez. Los defectos que más comunmente se presentan durante el secado son:<sup>18</sup>

- a) Agrietamiento en la superficie.- Ocurre cuando los esfuerzos originados exceden la resistencia del bambú en tensión perpendicular a la fibra: cuando la pared se contrae en su espesor, no tiene libertad para moverse hacia adentro en la zona de los nudos, como lo hace en los internudos. En general, la presencia de huecos, ramas mal cortadas y el ataque de insectos, acrecientan los defectos originados por la contracción excesiva.
- b) Rajadura.- Es una forma de agrietamiento que se presenta en los extremos abiertos, originada por las mismas causas que se explicaron en el punto anterior. A diferencia de la madera, las rajaduras en el bambú no pueden prevenirse siempre con un secado moderado.
- c) Colapso.- Al contraerse la pared, las capas externas se comprimen, mientras que las partes blandas de las capas internas se ponen en tensión. ello produce una depresión en la superficie externa y una ancha rajadura interna. A menudo las grietas que se presentan al inicio del secado se convierten luego en colapso.
- d) Deformaciones.- La sección circular de la mayoría de los bambúes inmaduros se deforma con el secado, adquiriendo formas irregulares.



18 Ibid p. 97.

## 1.5 SELECCION Y SECUENCIA DE PROCEDIMIENTOS

A medida que se han descrito las técnicas conocidas para realizar cada uno de los procesos de preparación, se han ido exponiendo también los criterios que hacen a uno u otro más adecuado y compatible en relación a los demás.

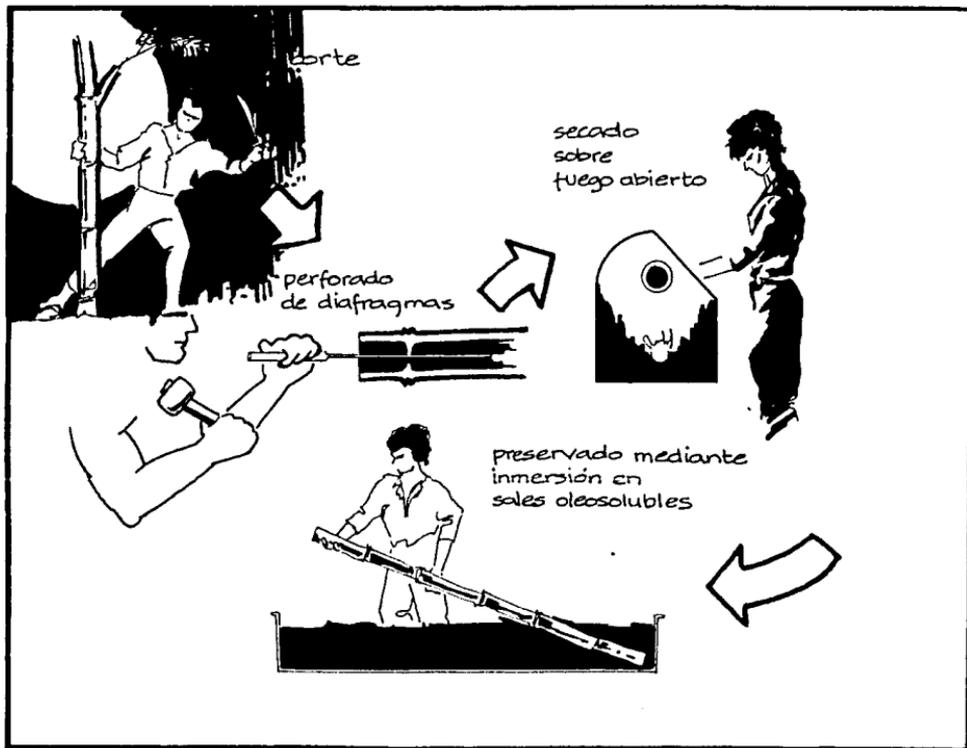
PRESERVADO	INMERSION (en sales hidrosolubles)	A PRESION	INMERSION (en sales oleosolubles)
CURADO		(EN MATA)	A FUEGO ABIERTO
SECADO	EN ESTUFA	AL AIRE LIBRE	

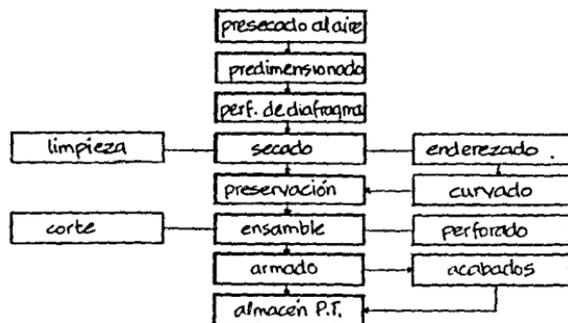
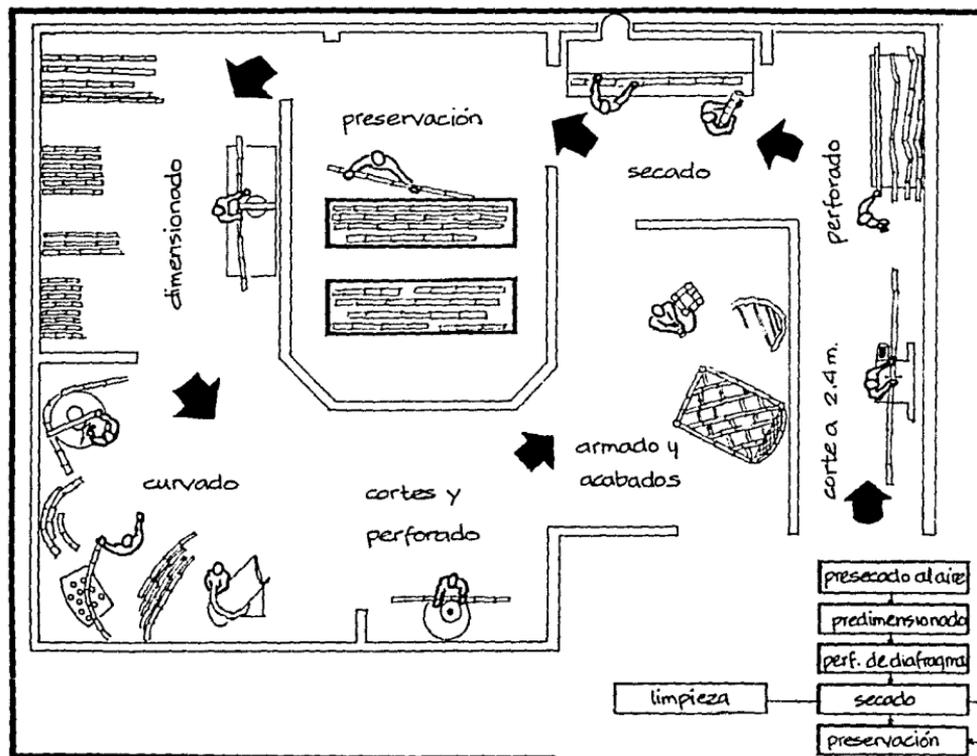
De este modo, mi propuesta acerca de la secuencia de técnica más apropiada gira en torno al secado a fuego abierto, por cuatro ventajas en relación a las otras dos técnicas, y que es conveniente reiterar:

- 1a. Produce un acabado superficial más atractivo.
- 2a. La pieza también es curada.
- 3a. Permite el enderezado de tallos.
- 4a. Es más rápido.

En consecuencia, la forma de preservar más apropiada será por inmersión en sales oleosolubles, por las razones expuestas anteriormente.

Aquí se muestra un esquema con esta selección básica, complementada con los procesos previos de corte y perforado de diafragmas. En la página siguiente se proponen diagramas de flujo y planta con todos los procesos implicados en la transformación del bambú.





## 1.6 EL BAMBU EN MEXICO

Una vez que se conocen las características de este material, no es difícil pensar en él como materia prima alterna (y en algunos casos indispensable), para la producción de artículos. Así, pueden verse en el mercado recámaras, comedores, lámparas, revisteros, cortinas, platos, macetas, tarros, jaulas, juguetes, etc., sólo por mencionar los más vistos. El costo de muchos de estos productos permite su adquisición por parte de las clases de menores recursos, así como la atención del mercado turístico.

Esta variedad de aplicaciones permite ver la versatilidad de este material, sobre todo si tomamos en cuenta que su transformación no obliga al uso de maquinaria sofisticada, sino más bien al conocimiento de sus características.

Considerando que casi la mitad del territorio nacional ofrece buenas condiciones para su cultivo -y por ende para su explotación-, es aun más apremiante la necesidad de impulsarle. El área indicada en el mapa nos muestra la región en que existe ésta planta. El total de especies localizadas hasta ahora es de diez, con tallos de diámetros que oscilan entre 1 y 15 cm y longitudes de 1.7 hasta 20 m.

A continuación se plantean observaciones en relación a los antecedentes del secado de bambú en México y algunos otros detalles sobre su manejo.

Chávez<sup>19</sup> indica que existen pocos talleres de fabricación de productos de bambú, y destaca una población en el estado de Veracruz, Monteblanco, con unos 25 talleres que ocupan a unos 150 artesanos dedicados al mueble.

Entre las especies utilizadas sobresalen: el "bambú verde" de diámetros entre 2 y 10 cm, tallos bastante rectos y pared delgada y



<sup>19</sup> Op cit, p. 39

resistente; la "caña vaquera" de dimensiones mayores; y dos más conocidos como Otate y Chiquita, de diámetros menores y que sólo se utilizan en determinadas aplicaciones.

En cuanto a los aspectos tecnológicos, el mismo autor nos menciona que:

- a) Los tallos no reciben ningún tratamiento preventivo contra hongos e insectos, aunque se menciona la aplicación de pentaclorofenol al mueble terminado.
- b) Por sus dimensiones, la "caña vaquera" se seca más lento, no puede enderezarse y se raja con facilidad, por la falta de control en el corte y en el mismo secado.
- c) Cortes y ensamblajes se realizan con herramientas manuales como segueta, cuchillo y taladro, aunque se encontraron sierras circulares y una rebajadora.
- d) Los acabados más usuales son:

Tefido o entintado.- se aplica por la inmersión de los tallos.

Pintado, barnizado y laqueado.- Se aplica con brocha o pistola, casi siempre en piezas armadas.

Quemado.- Consiste en quemar con fuego o con ácidos, para imitar la presentación de ciertas especies.

Los muebles fabricados generalmente se copian de revistas extranjeras que presentan modelos orientales, adquiridas por el propio artesano o por quien hace el encargo.

En los talleres de fabricación de muebles de bambú a nivel artesanal (como en Montebianco, Veracruz), el enderezado se realiza calentando durante unos dos minutos la zona torcida (aproximadamente 20 cms) con un soplete de gas, como los usados en plomería, luego se sitúa en tallo entre dos puntos de apoyo mientras el artesano aplica la fuerza en un tercer punto durante algunos segundos, dependiendo del diámetro y del grado de desviación. Una vez que se enfría un poco, el tallo tiene una tendencia casi

nula a regresar a su estado anterior.

En la región antes mencionada, el tallo en verde, para ser secado, se calienta también con soplete, partiendo de uno de sus extremos, mientras se va limpiando la resina. Debido a lo drástico de la pérdida de humedad, es frecuente que ocurran rajaduras o colapsos. Además, las llamas hacen contacto permanente con la superficie exterior del tallo, situación nada recomendable, según los textos citados aquí. Para evitar daños en condiciones tan severas, se realiza una pequeña perforación en cada entrenudo, por donde es expulsado vapor, con relativa rapidez. Por la intensa temperatura aplicada, se consigue secar tallos completos hasta en 25 minutos, sin embargo, por ineficiencia en la totalidad de los tratamientos de preparación, llegan a presentarse problemas en productos terminados, además de que es necesario tapar la perforación posteriormente. Al parecer, la razón de secar tan rápida y bruscamente con fuego tiene el propósito de obtener cierto color como acabado, al margen de cualquier control en el contenido de humedad.

## 2. PERFIL DEL PRODUCTO

Aunque las fuentes consultadas contienen cierta información sobre un material tan poco estudiado en México, hay datos que no aparecen en ella y que son indispensables para determinar algunas características funcionales que un equipo de secado debe poseer. Así, decidí elaborar un modelo de prueba que implicara el manejo de las variables más importantes dentro del proceso de secado. El procedimiento, resultados, gráfica y algunas fotografías se presentan en el anexo. Las 12 primeros puntos del índice siguiente corresponden a las condicionantes que los resultados de esas pruebas ofrecieron. El resto se refieren a otros aspectos tratados en la investigación documental

---

## 2.1 CONDICIONANTES

---

En éste índice se anotan los criterios, producto de toda la investigación, que limitan y condicionan las funciones que debe cumplir la secadora.

1. El tiempo máximo de secado para las piezas de diámetro de 12 cm es de 150 min, y el mínimo, para la de 2 cm de diámetro, es de 60 min. Este rango hará necesario contar con elementos que permitan la lectura de tiempos.

En el método de fuego abierto, consideré que en momento en que la pieza ya está seca es cuando ya no pierde peso. Sin embargo, ya en una producción, este momento deberá determinarse por inspección visual, respaldándose únicamente con pruebas piloto.

2. La temperatura máxima a que puede exponerse el tallo sin sufrir deterioro rápidamente es de 180 C, a una distancia mínima de la flama de 12 cm.

En condiciones de secado dentro de una cámara u horno, las variables como temperatura y tiempo pueden ser menores a las obtenidas sobre pruebas, las cuales, en todo caso, nos marcan un límite máximo.

3. Es recomendable que la temperatura pueda disminuirse a medida que avanza el secado, ya que el tallo se vuelve cada vez más propenso a quemaduras y rajaduras. Asimismo, durante los primeros minutos de iniciar el secado, será necesaria la supervisión y limpieza constantes, pero después serán esporádicas. Por ello es conveniente que en ésta fase del proceso el

sistema de secado funcione autónomo.

4. Será necesario limpiar la resina expulsada a través de la corteza, sobre todo durante los primeros minutos después de iniciado el secado.
5. En vista de que el diámetro de los tallos se reduce durante el secado hasta en un 5%, su fijación debe evitar o ajustarse a esa contracción.
6. Debido a la temperatura de la corteza durante el secado, su manejo requerirá de algún aditamento o aislante que eviten el contacto directo con la mano.
7. Se estima que la temperatura a que se exponga un operario será de unos 45 C de manera que será necesario proveerle de elementos que le protejan.
8. Como los tallos se enderezan en caliente, será deseable contar con un aditamento que permita realizar la operación. El diámetro máximo que es factible enderezar es de 8 cm. En cuanto al curvado, tendrá que hacerse en otro equipo, ya que se requiere de aditamentos especiales.
9. Será necesario evitar que la savia que escurre por los extremos del tallo caiga sobre el quemador ya que le produce manchas y puede tapanlo.
10. Las partes calientes en contacto con la corteza le producen a ésta marcas de quemadura, de manera que será conveniente evitar tal contacto, así como girarlo constantemente durante su exposición a la flama.
11. El hacer un orificio al entrenudo disminuye los riesgos de dañar el tallo durante el secado.
12. El extremo del tallo casi siempre termina deteriorado, de manera que estos pueden considerarse como desperdicio, que requerirá ser cortado posteriormente.
13. Remitiéndonos a las especies de bambú que se dan en México y a las necesidades de materia prima para la producción de artículos, es posible determinar el rango de dimensiones que un equipo de secado debe cubrir; a este respecto, la variación de diámetros se ha establecido de 2 hasta 12 cm. En vista de lo rápido que se secan piezas menores a 2 cm de

diámetro, será adecuado secarlas con otro sistema. Por su parte también se descartó el secado de piezas mayores de 12 cm de diámetro ya que, aparte de ser raro encontrarlas, el trabajo con ellas es más complicado, por lo que no se usa.

La longitud máxima de cualquier mueble es de 1.9 m, de manera que será necesario dimensionar el tallo en verde -antes de cualquier proceso de preparación-, a 2.2 m (se espera un desperdicio máximo de 15 cm en cada extremo).

En respuesta a ésta variación dimensional, se recomienda organizar ciclos de secado con piezas similares; por ejemplo, efectuar un ciclo con aquellas cuyo diámetro se aproxime a 5 cms, otro a 12, etc., así los ciclos serán mas regulares, en cuanto a duración y manejo.

- 32
14. Aunque no se profundizó en un estudio al respecto, se consideró que era preferible que un sólo equipo cumpliera con el volumen de secado requerido, en lugar de que existiera varios equipos -de menor capacidad- para satisfacer ese volumen. Esta decisión se respalda en el hecho de que la secadora debe proveer todo el material necesario para un taller; inclusive, puede ser una alternativa el que un taller de secado maquile el material y lo provea a talleres pequeños, que no contarán con uno propio.
  15. Dada la relativa lentitud con que debe realizarse el secado, será suficiente la operación de la secadora por una sola persona, siempre y cuando los ciclos de limpieza y enderezado estén coordinados para dar tiempo suficiente al usuario a realizar esas actividades.
  16. Para reducir los riesgos por defectos durante el secado, será conveniente el control sobre los contenidos de humedad y madurez, a través de la promoción del cultivo de la planta.
  17. Dado que no existe un dato fijo al respecto, y tomando en cuenta que la mayor demanda está en el ramo mueblero, se ha considerado como referencia el consumo actual de Monteblanco, para sugerir que el o los equipos de secado cubran con la siguiente demanda:

4 200 m por mes

210 m diarios (a razón de 20 días hábiles por mes)

100 varas de 2.1 m diarias (aprox)

12.5 varas de 2.1 m por hora (a razón de 8 horas diarias)

18. Aunque es amplia la variedad de combustibles para producir flama, un breve análisis de ellos mostró que lo más conveniente será usar Gas Licuado de Petróleo (L.P.), que ofrece como ventajas<sup>20</sup>: posibilidad de conseguir temperaturas altas y uniformes, genera mínimos desechos como ceniza o humo y es, comparativamente, de precio menor a otros combustibles, además de que puede conseguirse diversas partes del país.

19. En cuanto a quemadores para gas, será satisfactorio usar uno lineal de tipo atmosférico, ya que puede proporcionar un calor uniforme en toda su longitud; quema completamente el combustible, y opera sin fluctuación de flama, además de ser silencioso.

En el índice de Ergonomía se discutirán algunas otras condicionantes de relación entre el operario y el producto.

<sup>20</sup> Chávez Alvarado, César, *Estudio para elevar la eficiencia...*, pp 26 a 46

## 2.2 SUBSISTEMAS

Hasta ahora se han mencionado diferentes criterios que nos dan una idea del producto a proyectar; de manera que estamos en condiciones de proponer jerárquicamente los subsistemas que deberán componerlo, permitiéndonos hacer una propuesta ordenada de requerimientos.

1. DE CALENTAMIENTO.- Se refiere a los elementos involucrados en elevar la temperatura en el equipo.
2. DE SUJECION.- Elementos que permitirán fijar y poner en posición adecuada al tallo.
3. MOTRIZ.- Son los elementos que propiciarán movilidad a los tallos estableciendo a la vez los ciclos de calentamiento.
4. ENVOLVENTE.- Elementos que permitirán mantener el calor y darán una apariencia exterior al objeto, al mismo tiempo que eviten la exposición del operario a altas temperaturas.
5. ESTRUCTURAL.- Elementos a través de los que se sostienen, arman o apoyan los demás subsistemas.
6. DE MANEJO DEL TALLO.- Aditamentos que permitirán el enderezado, sujeción y limpieza del tallo.
7. DE CONTROL E INDICACION.- Elementos que permitirán asignar valores o visualizar los diferentes factores que condicionan el secado.

---

## 2.3 REQUERIMIENTOS

---

### 1. DE CALENTAMIENTO

- 1.1 Proveer una flama uniforme y graduable a longitudinalmente hasta un máximo de 2.1 m.
- 1.2 Proveer una temperatura de hasta 180 C , considerando como referencia una distancia mínima de 12 cm entre la flama y el tallo
- 1.3 Evitar que la flama provoque quemaduras o manchas a la superficie exterior del tallo
- 1.4 Tener un dispositivo de seguridad contra falla de flama

### 2. DE SUJECION

- 2.1 Permitir el retiro y colocación manual de las piezas durante el secado
- 2.2 Evitar que sus partes dejen marcas en la corteza del tallo
- 2.3 Permitir la fijación de piezas para su secado, considerando una reducción dimensional máxima de hasta 1.2 mm en longitud y 6 mm en diámetro

### 3. MOTRIZ

- 3.1 Proveer una fuente de movimiento autónomo
- 3.2 Permitir la exposición uniforme del calor a todo el tallo
- 3.3 Permitir alcanzar, retirar e inspeccionar visualmente los tallos
- 3.4 Estar construido con piezas de fácil reposición
- 3.5 Resistir temperaturas de hasta 200 C sin alterar su funcionamiento
- 3.6 Contar con un sistema de lubricación que lo mantenga inalterable a la temperatura indicada

#### 4. ENVOLVENTE

- 4.1 Conservar un ambiente cálido para el secado de tallos
- 4.1 Permitir la entrada de aire seco y frío y la salida de aire húmedo y caliente
- 4.2 Aislar el ambiente interior del exterior y evitar la exposición del operario a temperaturas mayores de 45 °C, tomando en cuenta que llegará a estar hasta 45 min continuos operando la secadora
- 4.3 Permitir el acceso a partes interiores del equipo para mantenimiento
- 4.4 Tener un armado sólido, resistente y durable
- 4.5 Tener partes que resistan la corrosión
- 4.6 Tener un color exterior que no incremente la sensación psicológica de calor
- 4.7 Evitar reflejos de luz en el producto hasta hacia el operario
- 4.8 Evitar salientes que puedan causar daño durante la operación o circulación de usuarios
- 4.9 Ofrecer un aspecto exterior que reafirme las características físicas del objeto

#### 5. ESTRUCTURAL

- 5.1 Soportar satisfactoriamente las temperaturas ya indicadas
- 5.2 Dar estabilidad física al resto de subsistemas
- 5.3 Permitir la articulación de partes móviles del sistema
- 5.4 Proveer el apoyo para la limpieza de tallos
- 5.5 Permitir el secado de piezas entre los siguientes rangos:  
2 a 12 cm en Diámetro y hasta 2.4 m de longitud
- 5.6 Contar con ensamblajes y uniones que impliquen procesos de manufactura comunes.

## 6. DE MANEJO DEL TALLO

- 6.1 Permitir el enderezado de piezas entre 2 y 8 cm de diámetro
- 6.2 Proveer apoyos para el enderezado manual de piezas "en caliente"
- 6.3 Prevenir quemaduras en la piel por el manejo del tallo caliente
- 6.4 Permitir el apoyo de las piezas para su limpieza y enderezado
- 6.5 Permitir la limpieza del tallo los primeros minutos del secado

## 7. DE CONTROL

- 7.1 Permitir la variación de temperaturas entre 0 y 180 C.
- 7.2 Permitir la lectura del rango de temperaturas indicado
- 7.3 Permitir la lectura de tiempos entre 0 y 150 min
- 7.4 Permitir la regulación de la entrada y salida de aire
- 7.5 Permitir la activación/desactivación del sistema motriz
- 7.6 Contar con un regulador que automáticamente mantenga una temperatura constante
- 7.7 Tener panel de controles e indicadores en lugar visible

### SITUACIONES DESABLES

1. Tener posibilidad de ser armado en el lugar en que se va a usar
2. Utilización de materia prima nacional
3. Minimizar y facilitar el mantenimiento

---

### 3.1 ERGONOMIA DEL PRODUCTO

---

#### 3.1.1 Características

En las condicionantes y requerimientos ya se han incluido criterios ergonómicos del producto, en cuanto a materiales, acabados, colores, forma, mantenimiento, funcionamiento y controles.

#### 3.1.2 Secuencia de actividades para la operación de una secadora

##### Previas

1. Cortar el tallo maduro, encima del nudo y sin dañar la corteza.
2. Secar al aire libre mediante los procedimientos conocidos
3. Predimensionar a 2.2 metros
4. Seleccionar lotes por diámetros y longitudes
5. Perforar los diafragmas (aprox. 5 mm)
6. Transportar cada lote de tallos hasta la secadora
7. Poner en funcionamiento el equipo, dando valor a los parámetros (tiempo, temperatura, salidas de aire etc.) de acuerdo a cada lote

##### De uso

1. Colocar los tallos en el equipo
2. Someter a calentamiento por fuego abierto, a temp. máxima de 180°C
3. Realizar inspección, limpieza, enderezado y curvado de tallos (esto en otro equipo), hasta los primeros 45 min.
4. Disminuir la temperatura después del periodo indicado arriba, de acuerdo a las características del lote
5. Durante el ciclo, controlar el flujo de aire en el equipo.
6. Retirar piezas secas.

##### Posteriores

1. Transporte de piezas secas a espera para preservado
2. Dimensionado

##### Especiales

1. Mantenimiento, lubricación y limpieza de partes
2. Mandar a curvado, cuando están calientes

---

## 3.2 ERGONOMIA DEL USUARIO

---

### 3.2.1 Datos generales

**Perfil.-** Nuestro usuario es un artesano (en general de zonas rurales), o trabajadores de talleres de zonas urbanas, en toda la República.

**Sexo.-** Por se una labor que implica ciertos riesgos y en ocaciones cierta rudeza, los usuarios serán de sexo maculino.

**Edad.-** Por las mismas razones que el punto anterior se sugiere que los usuarios sean mayores de 16 años.

**Preparación técnica.-** La escolaridad de los trabajadores del bambú por lo regular no sobrepasa el nivel medio, sin embargo cuentan con suficiente habilidad manual y específicamente con antecedentes en secado -en algunos casos con soplete-, de manera que conocen ya ciertas características del proceso. Para trabajar con la secadora, cuyo funcionamiento y controles no le son familiares,, será recomendable darles capacitación, tanto en el manejo de la máquina, como acerca de conceptos teóricos.

**Actitud ante los cambios.-** Es frecuente encontrar en los medios de producción artesanal cierta resistencia a los cambios, que impliquen el abandono de técnicas o materiales conocidos. En vista de que el producto diseñado modifica su procedimiento tradicional, es probable que exista esa resistencia. Por ello, será necesaria la capacitación mencionada para convencer a los futuros usuarios de las ventajas que le representa el uso de la secadora propuesta.

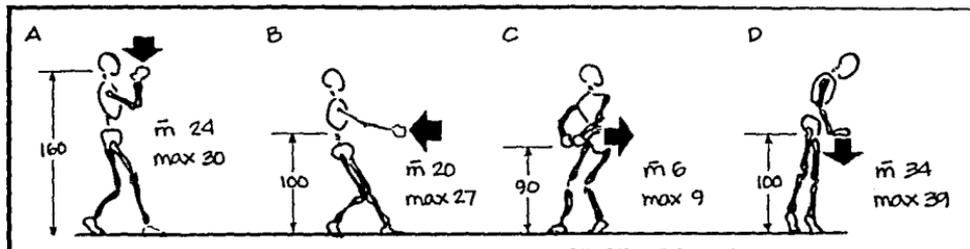


### 3.2.3 Relaciones de operación

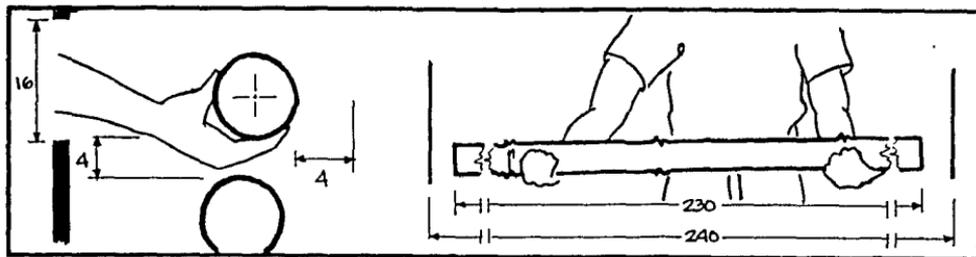
Esta sección incluye algunas mediciones realizadas que tienen una relación directa con la solución de algunas partes del producto y con las actividades necesarias para la operación de la secadora, mostrando los resultados de cada evaluación.

Para realizar las pruebas, se contó con la participación de 12 individuos y algunos instrumentos como: báscula de 0 a 120 kg, dinamómetro de 0 a 12 kg, flexómetro y reloj con segundero.

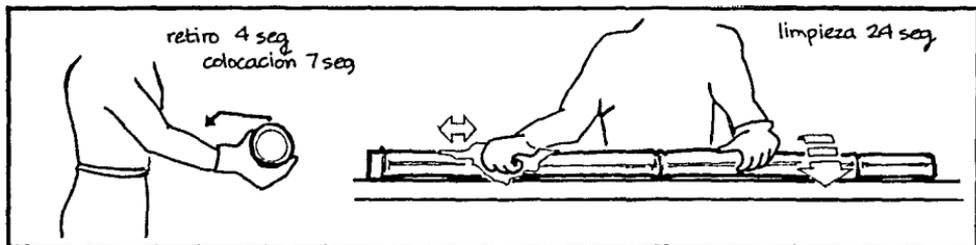
1. Aplicación de esfuerzo para enderezado.- Se evaluaron las opciones ilustradas. De ellas, la D resultó ser más conveniente pues produce menor fatiga -utilizando el peso del cuerpo-, y mayor seguridad al aplicar la fuerza.



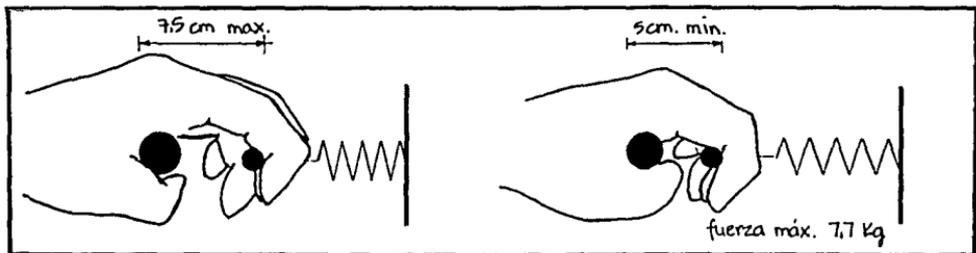
2. Espacio mínimo que permite retirar o posicionar tallos horizontalmente (página siguiente)



3. Tiempo de realización de actividades.



4. Aplicación de fuerza con al cerrar la palma de la mano.- Para una simulación más adecuada, se utilizaron guantes de carnaza.



### 3.3 AMBIENTE DE TRABAJO

Existe una amplia variedad de factores que influyen o se complementan, en un puesto de trabajo con temperaturas arriba de lo normal como:

a) Exposición al calor.- La temperatura alta sobre la piel, puede causar quemaduras en los tejidos, sin embargo el dolor hace que el operario retire del calor la parte expuesta. Los efectos mas graves ocurrirán si la temperatura interna del cuerpo sobrepasa lo normal, ya que puede provocar hipotermia con consecuencias en ocasiones irreversibles. Existen tres factores implicados para que esto suceda:<sup>22</sup>

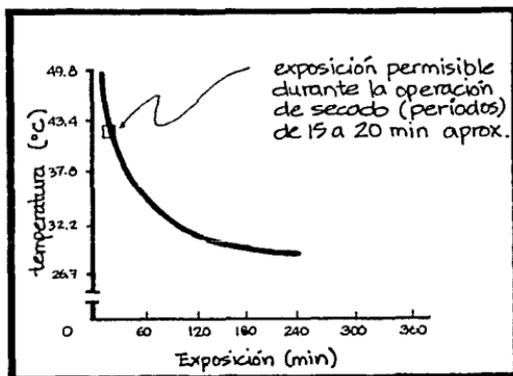
1. Exposición a condiciones tan húmedas que el cuerpo queda incapacitado para reducir el calor por medio de sudor.
2. Condiciones demasiado calientes que interfieren con el sudor producido para enfriar el cuerpo.
3. Efecto aislante o impermeabilidad de la ropa protectora, en cuyo caso se ve impedida la evaporación.

Así pues, las medidas de prevención mínimas a este respecto incluyen el uso de ropa protectora que pueda disipar cantidades adecuadas de calor y agua, periodos de descanso durante el trabajo y consumo de líquidos, que compense su pérdida durante la sudación.

b) Actividad.- El tipo de actividad está íntimamente relacionado con la duración del mismo. Osborne presenta en la siguiente gráfica una combinación de datos de algunos estudios en un intento por definir, en términos de duración de exposición, los niveles de temperatura que se pueden resistir antes de que el decremento en el desempeño cognoscitivo se vuelva evidente. Dentro de esta gráfica está marcada la temperatura de exposición esperada para el operario, de modo que se recomienda que los periodos continuos de trabajo no sobrepasen los 25 minutos, aproximadamente.

<sup>22</sup> Osborne, *Ergonomía en acción*, p. 205

- c) Condición física.- Se ha demostrado que el rendimiento de un operador, en condiciones cálidas, se ve aumentado después de un periodo de aclimatación o de entrenamiento, durante el cual las funciones corporales tienden a adaptarse, obviamente, hasta un cierto grado máximo.
- d) El local.- Osborne afirma que un individuo siente más calor en un espacio iluminado y pintado o amueblado en un esquema de color donde predomine el rojo, a que si domina el azul. No obstante, agrega que los resultados experimentales relacionados con comodidad, temperatura y color no son tan concluyentes. Por su parte, Fanger<sup>29</sup> indica que el efecto del color sobre la comodidad y las sensaciones térmicas es de naturaleza psicológica.



Así pues, en cualquier caso, psicológica o físicamente, la influencia del color es importante, sobre todo en un puesto de trabajo. En el caso de la secadora y su espacio de trabajo, se propone un color relacionado con el concepto de frescura, de manera que el usuario tenga una sensación visual que no acreciente los efectos físicos del calor.

Por otro lado, para complementar el funcionamiento del equipo, será recomendable que el área en que se coloque la secadora, esté suficientemente ventilada (de preferencia usando extractores), de manera que el calor generado no incida en el operario.

<sup>29</sup> Ibid., p. 300

#### 4. EL PRODUCTO DISEÑADO

#### 4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

Definición: Secadora para bambú

##### Descripción

Sistema cuya función general es disminuir el contenido de humedad de tallos de bambú. El método de secado propuesto permite que mientras están calientes aquellos puedan enderezarse o llevarse a otro equipo para su curvado. Además, se consigue darles un acabado limpio y lustre.

##### Subsistema de calentamiento

Los tallos, sujetos en posición horizontal, se hacen desplazar en una trayectoria circular y son expuestos alternadamente a la flama de un quemador lineal, en periodos aproximados de 10 por cada 150 seg. Durante la exposición, son girados para permitir un calentamiento uniforme en todo el tallo. Además, la fuente de calor se ubica en el extremo posterior inferior, respecto a la posición del operario, quien así no recibirá radiaciones térmicas.

Como medida de seguridad, el sistema de combustión cuenta con un dispositivo que no permitirá la salida de gas si el piloto no está encendido.

##### Subsistema de sujeción

La solución permite secar tallos de 2 a 12 cm de diámetro y de longitudes de hasta 2.3 m (incluyendo desperdicio en los extremos). Asimismo, es posible retirar piezas durante cualquier etapa del secado, así como evitar el contacto de la corteza con partes calientes del equipo. Todo ello se consigue sujetando el tallo por sus extremos, con un par de puntos que se encajan a él y lo fijan con seguridad. Estos puntos son de tres dimensiones diferentes, que se usarán según el diámetro del bambú a secar y en consecuencia se dará una mayor utilidad a la capacidad del equipo, de acuerdo a los siguientes diámetros:

de 2 a 4 cm - 36 tallos en 45 min  
de 4.1 a 7 cm - 18 tallos en 120 min  
de 7.1 a 12 cm - 12 tallos en 150 min

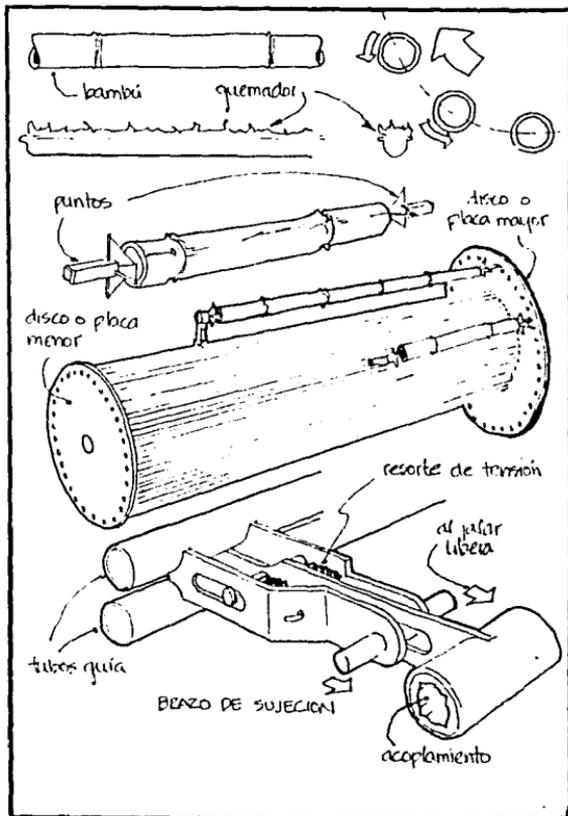
Otro elemento que complementa la sujeción es un "brazo" con dos mecanismos; en el primero, existe un resorte que mantiene cierta presión del punto contra el tallo y además transmite una rotación a otras piezas alineadas, el segundo da la posibilidad de posicionar el mecanismo anterior de modo que se ajuste a la longitud del tallo. La fijación se realiza entre dos tubos localizados hacia el interior de la secadora.

### Subsistema motriz

Para facilitar las operaciones de limpieza, enderezado e inspección, los tallos se hacen girar en conjunto, motriz o manualmente. Otra parte del subsistema hace girar los tallos sobre su propio eje cuando se exponen a la flama. La fuente de movimiento autónomo es un motorreductor que mediante un mecanismo de catarina y cadena, proporciona 1 r.p.m. final al conjunto.

Los tubos mencionados antes que en total suman 36, forman una jaula cilíndrica al unirse a dos placas laterales redondas de distintos diámetros; en la placa pequeña se acopla la transmisión que hará girar la jaula de tubos, y en la grande -que para su giro libre sólo se apoya en dos rodillos inferiores- se alojan mecanismos que provocarán la rotación al tallo cuando pasa sobre el quemador.

Durante el enderezado y limpieza, el motor puede apagarse, y hacerse girar manualmente los bambúes. Esto se consigue gracias a un embrague de rueda libre acoplado al eje de la transmisión. Así, el operario tiene todo el



tiempo que requiera para colocar los puntos en el lugar adecuado, sin necesidad de presionarse inútilmente.

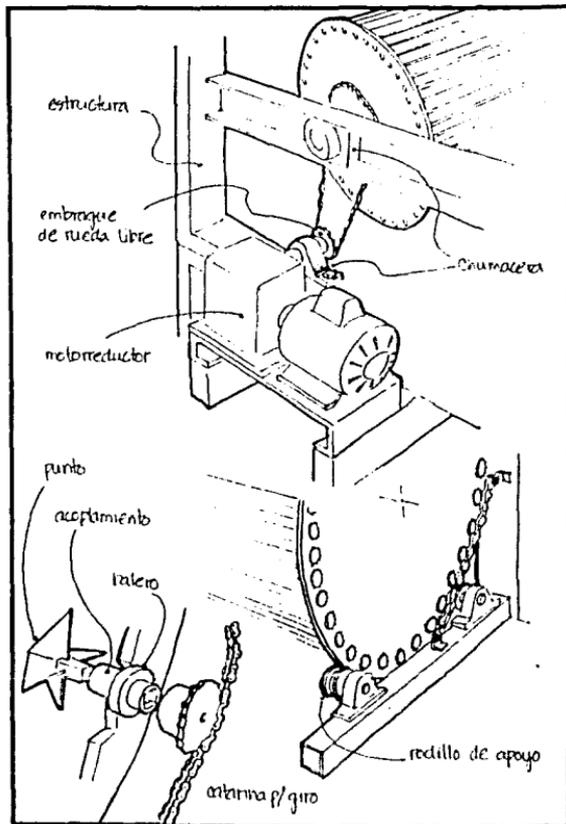
### Subsistema envolvente

Consiste en una cámara compuesta por dos láminas que encierran una capa de lana mineral, de manera que la temperatura exterior no excede los 35 C. La parte frontal, que contiene el acceso a los tallos en secado, está inclinada 10 grados para permitir una visibilidad suficiente al interior. Debido a su longitud, las láminas se refuerzan a sí mismas por dobleces

El aire ambiente (seco), accesa por el frente, en la parte inferior; cuando ese aire se calienta y humedece, tiene escape a través de un par de ventilas localizadas atrás en la cara superior y que se abren desde la cara frontal. En todas las partes abatibles de la secadora, y en vista de que no se requiere un sellado estricto, los dobleces de lámina forman "trampas" que evitan la fuga excesiva de calor.

Cuando algún tallo u otro objeto caiga en el interior de la cámara, podrá extraerse por la parte inferior del frente a través de un acceso longitudinal.

El interior está recubierto con pintura resistente a alta temperatura, mientras que el exterior está esmaltado en color verde, que además de hacer un contraste visualmente atractivo con la estructura, no provocará en el usuario sensaciones psicológicas de calor.



La cara lateral derecha, también aislada, puede retirarse completa, para dar mantenimiento al sistema motriz. En la parte izquierda existe un espacio destinado a alojar las conexiones eléctricas, las de gas y los controles que dan al frente exterior de la secadora. Con ese panel también se facilita el mantenimiento de las conexiones.

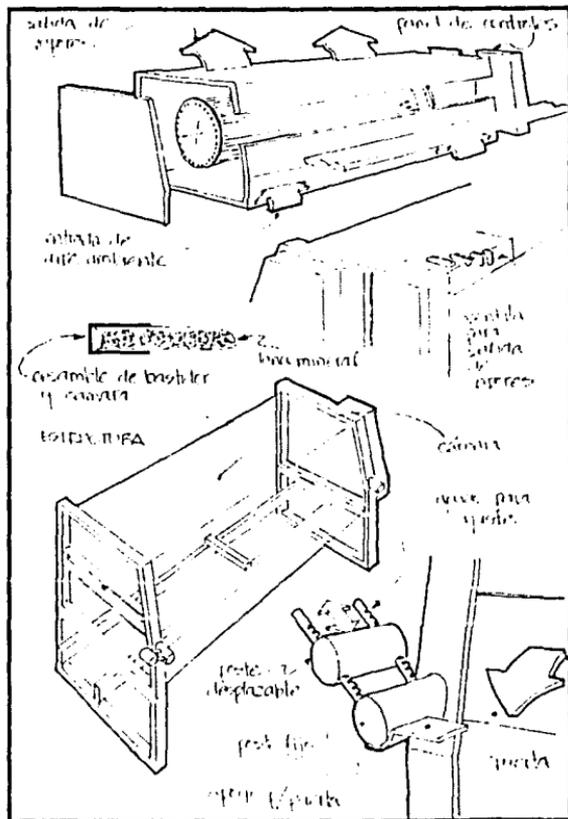
### Subsistema estructural

Toda la secadora se apoya sobre marcos de perfil rectangular al piso, sobre los que descansan bastidores en forma de "C", que reciben los extremos de la envolvente. Para complementar la estructura, existen dos travesaños inferiores que, sobresaliendo del lado izquierdo, soportan el motorreductor. Toda la estructura está pintada en color negro, lo cual reforzara visualmente la característica de estabilidad y pesadez.

### Subsistema de manejo de tallos

Cada tallo puede inspeccionarse y extraerse de la secadora a través de una puerta en la cara frontal, misma que también sirve para apoyar los bambúes cuando se limpian.

El enderezado se hace entre dos postes cilíndricos que sobresalen soldados a la estructura y que proporcionan los puntos de apoyo para la flexión. La distancia entre estos postes puede variarse de manera que se adecúen al diámetro de la pieza a enderezar.



### Subsistema de control e indicaciones

Existen los siguientes elementos para asignar parámetros al secado y supervisarlos:

Termostato de 100 a 300°C, con escala para lecturas del 1 al 10; controla la salida de la flama para conseguir la temperatura requerida.

Termómetro bimetalico con escala de 0 a 250°C; para verificar la temperatura interna real.

Timer de 0 a 150 minutos, con divisiones cada 10 min; para avisar al operario en cuanto un ciclo de secado se ha completado.

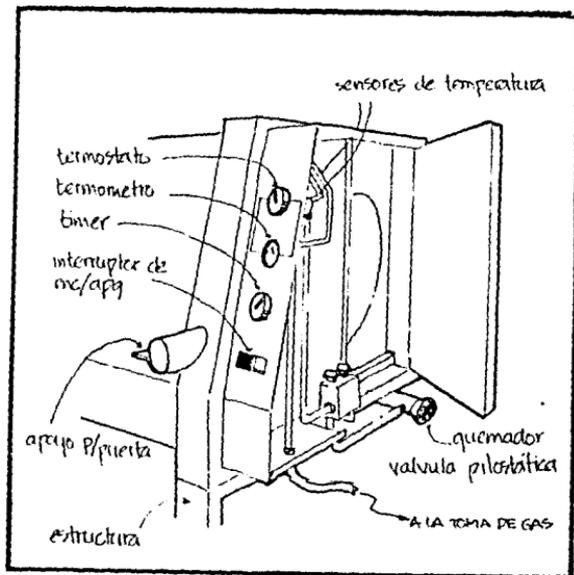
Válvula pilostática contra falla de flama; para mantener encendido el piloto, y detener el paso de gas cuando no lo está.

Interruptor de encendido del motor; pone en movimiento el sistema motriz.

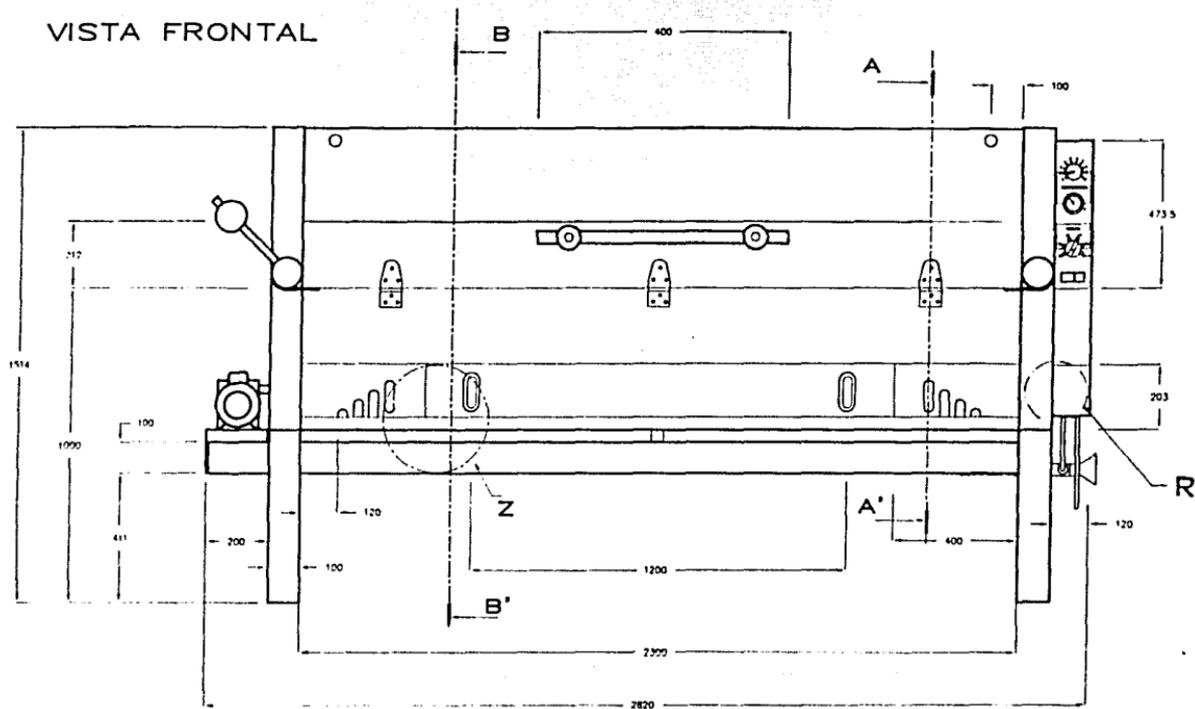
Los controles se localizan en la pared frontal, hacia el lado derecho, y pueden ser vistos y manejados con facilidad. Esta zona se encuentra aislada de la cámara por una pared cubierta también con lana mineral, sin embargo, la válvula pilostática se localiza más bien hacia atrás, de manera que quede al alcance cuando se accede al piloto.

La salida de aire caliente y húmedo se regula desde la cara frontal con una perilla, que por medio de un chicote mueve una ventila en la parte superior trasera.

Para mejorar la visibilidad del panel de controles, el fondo se propone en color negro mate, mientras que los números y letreros en color verde claro.

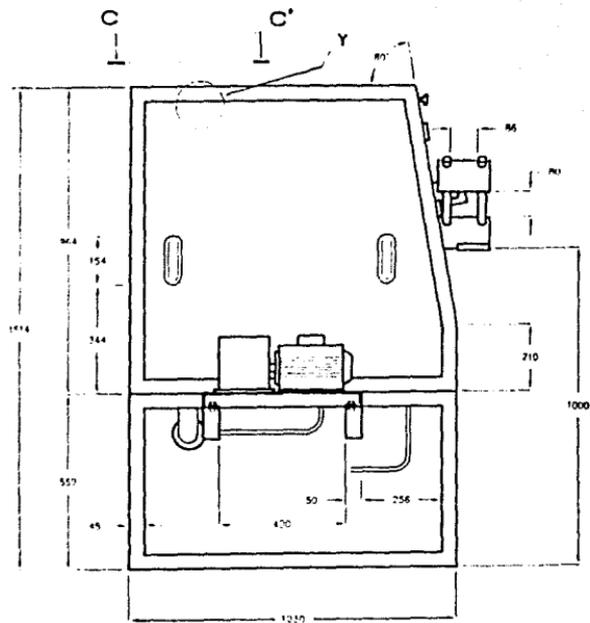


# VISTA FRONTAL

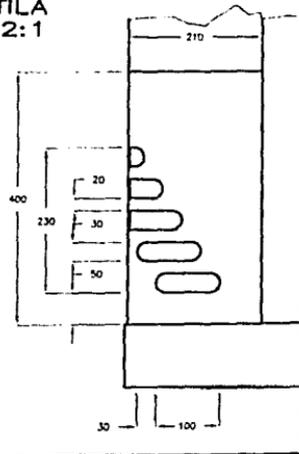


VISTAS GENERALES		PL 1
Diseño Industrial UNAM		
SECADORA PARA BAMBU		
GERARDO GARCIA ORTIZ		MAY '91

# VISTA LATERAL



# VISTA PARCIAL C-C' VENTILA esc 2:1



# VISTA LATERAL DERECHA

VAPILLAS DE TERMOSTATO  
Y TERMOMETRO AL INTERIOR  
DE LA CAMARA

TABLERO  
esc 3:1

PROYECCION  
TABLERO DE  
CONTROLES

VALVULA  
PILOSTATICA

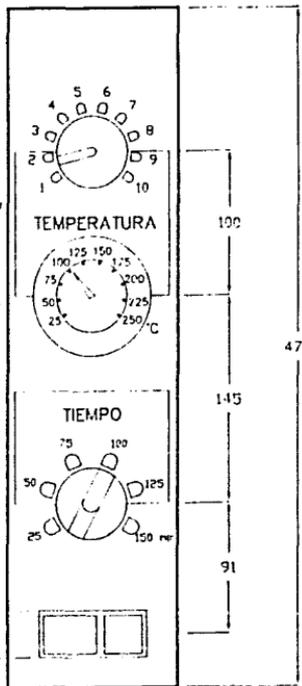
TERMOSTATO

TERMOMETRO

RELOJ

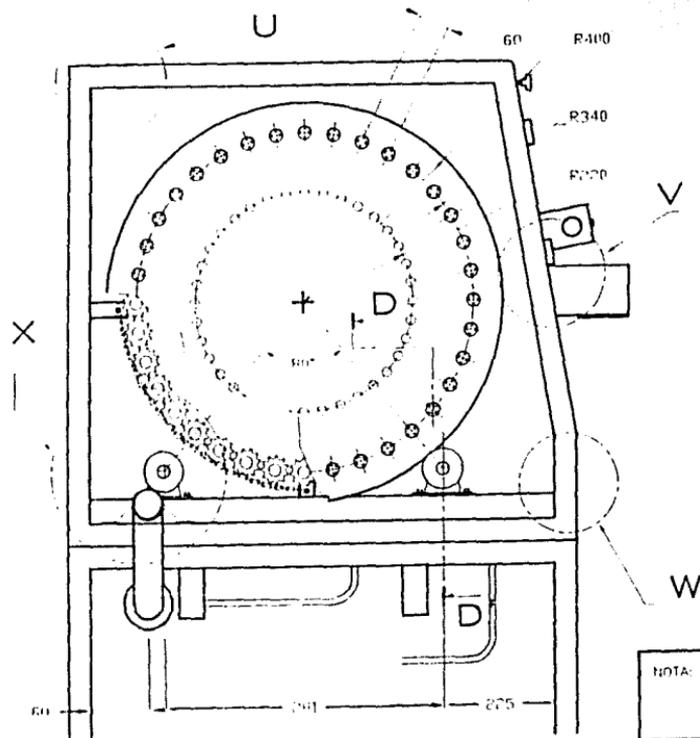
CONTROL DE  
ENC/APG

QUEMADOR

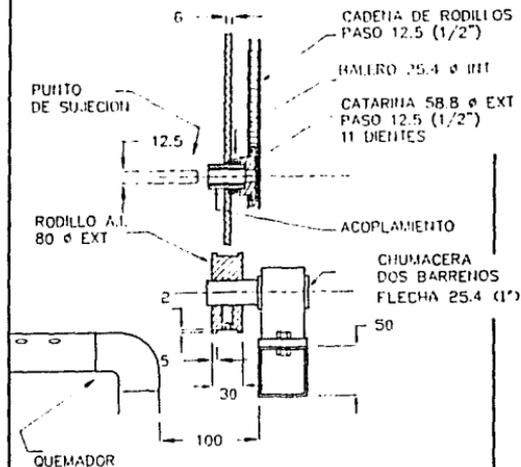


VISTAS GENERALES		PL 3
Diseño Industrial UNAM		
SECADORA PARA BAMBU		
GERARDO GARCIA ORTIZ		MAY '91

# CORTE A-A'



# CTE D-D' esc 2:1



NOTA: TODAS LAS PARTES INTERIORES SE PINTARAN CON ESMALTE DE ALUMINIO PARA ALTA TEMP. MARCA DUPONT O SIMILAR

CORTES

PL 4



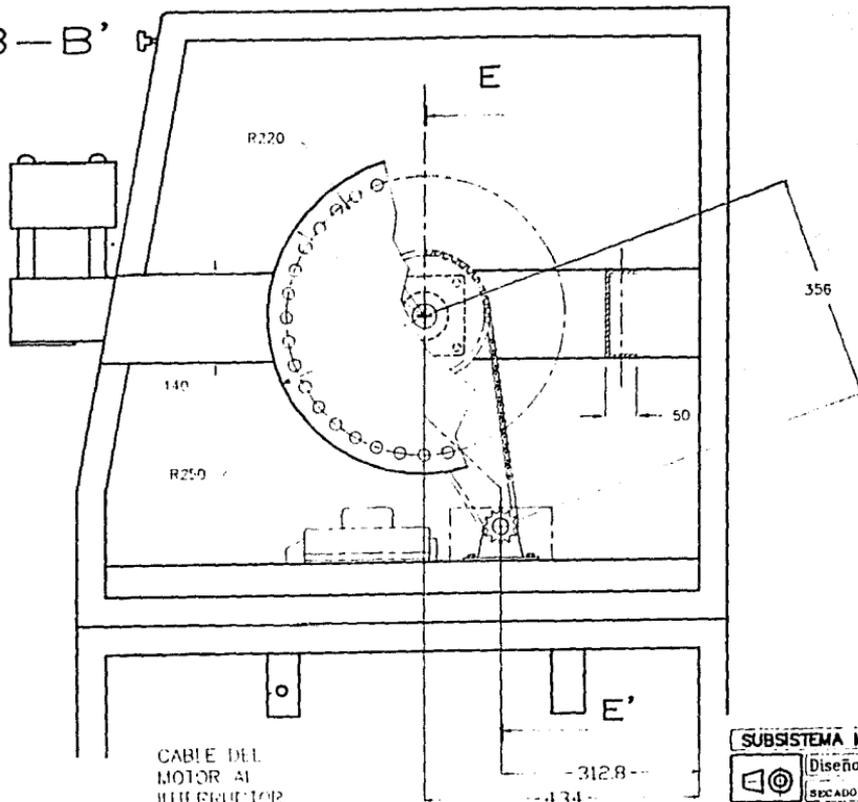
Diseño Industrial UNAM

SECADORA PARA HAMBU

GERARDO GARCIA ORTIZ

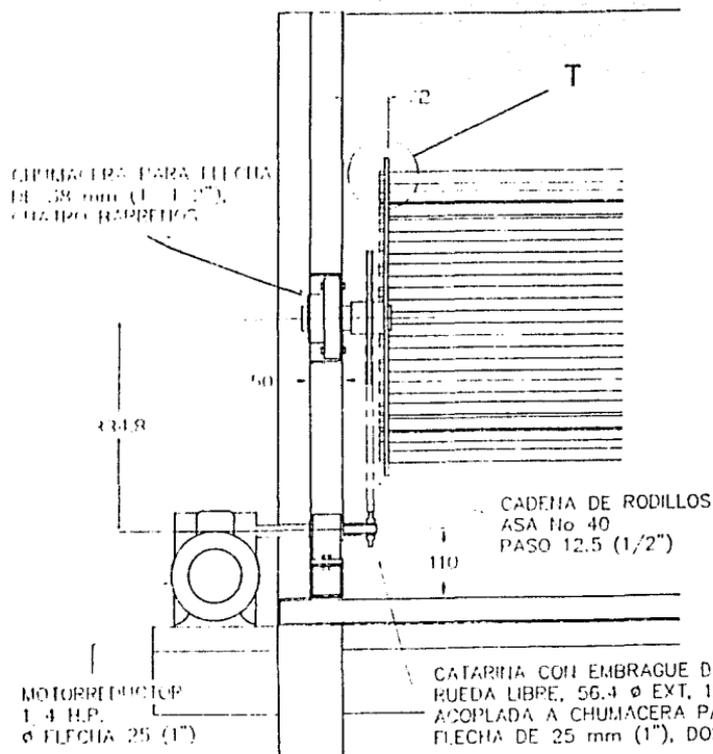
MAY '91

CORTE B-B'

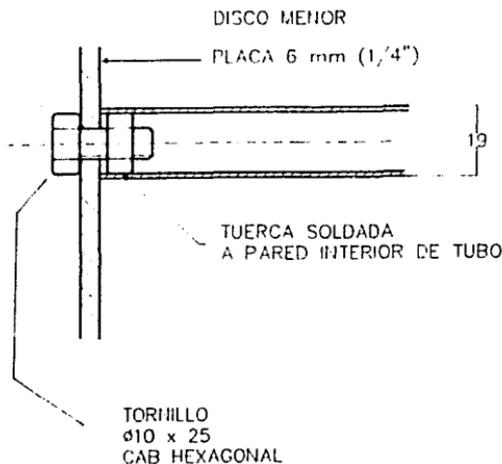


CABLE DEL  
MOTOR AL  
INTERRUPTOR

# CORTE E-E'

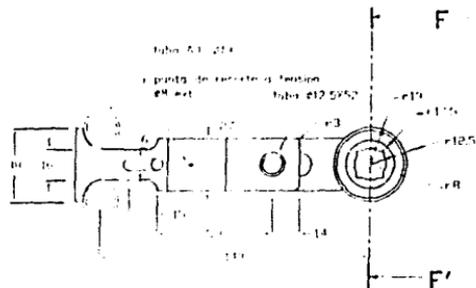


## DETALLE T esc 3:1

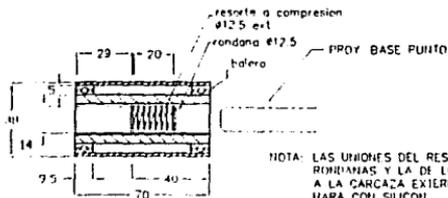


MOTORREDUCTOR  
 1.4 H.P.  
 $\phi$  FLECHA 25 (1")

# VISTA FRONTAL

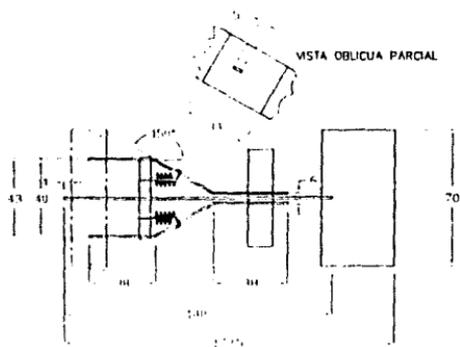


# CORTE F-F'

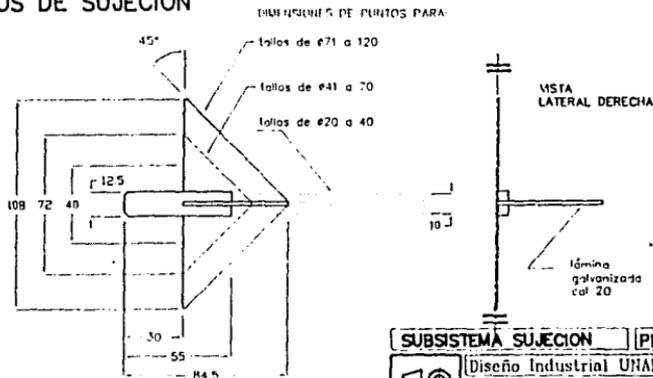


NOTA: LAS UNIONES DEL RESORTE, RONDANAS Y LA DE LOS PALFOS A LA CARGA EXTERIOR, SE HARA CON SILICON ULTRAGLUE PARA ALTA TEMP MARCA LOCTITE O SIMILAR.

# VISTA SUPERIOR



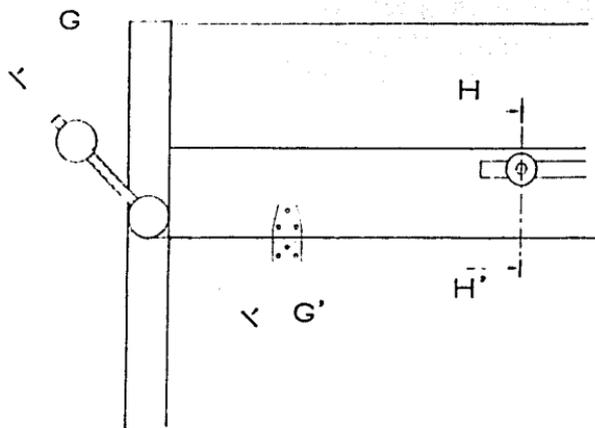
# PUNTOS DE SUJECION



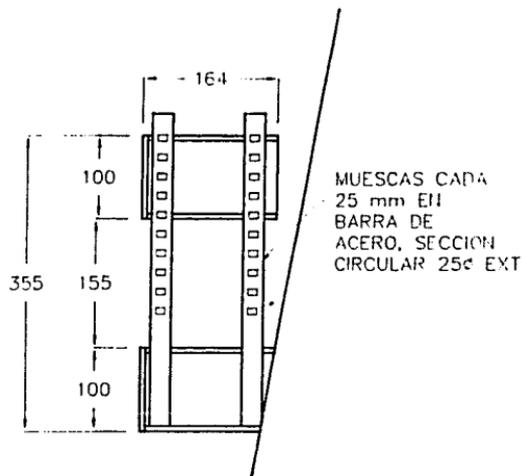
SUBSISTEMA SUJECION | PL 7

Diseño Industrial UNAM  
 SECADORA PARA BAMBU

GERARDO GARCIA ORTIZ | MAY '91



CORTE G—G'  
girado 45°  
esc 2:1

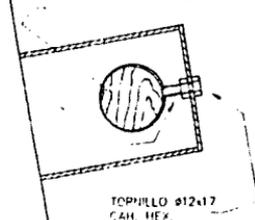


CORTE H—H'  
esc 4:1

PIEDRA

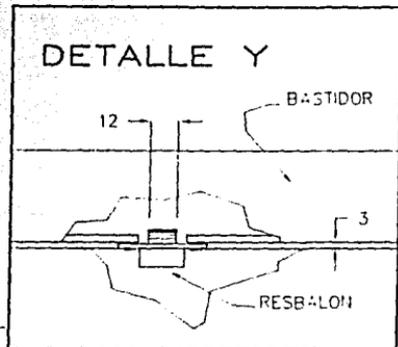
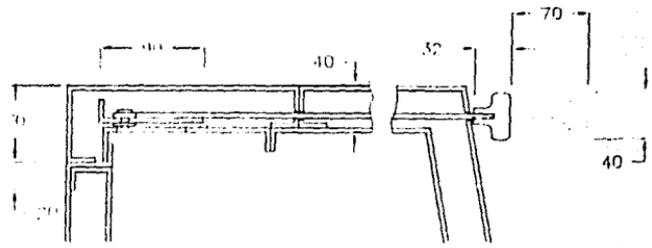
PIEDRA SOLERA  
A PLATA

BASTON DE MADERA #38



TOPILLO #12x17  
CAH. HEX.

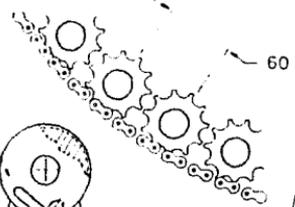
# DETALLE U MECANISMO DE VENTILACION



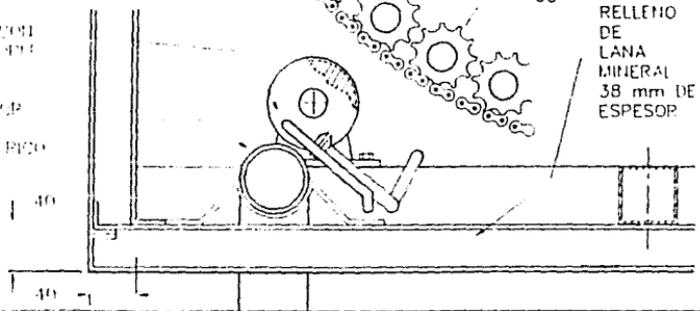
# DETALLE X

FILITO CON  
BARRILLO

QUE MANEJA  
DIFERENCIAL  
A BARRILLO  
2.59.1.1



RELLENO  
DE  
LANA  
MINERAL  
38 mm DE  
ESPESOR



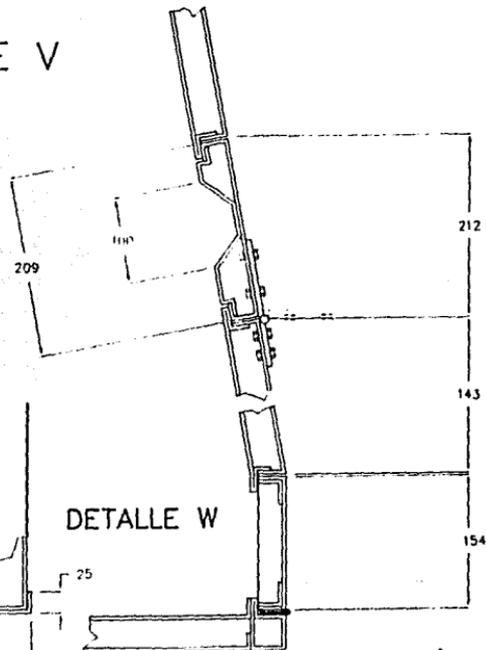
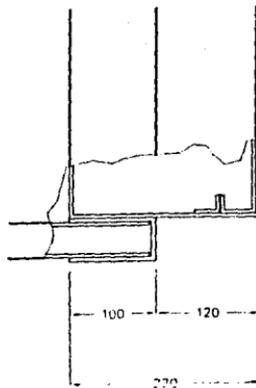
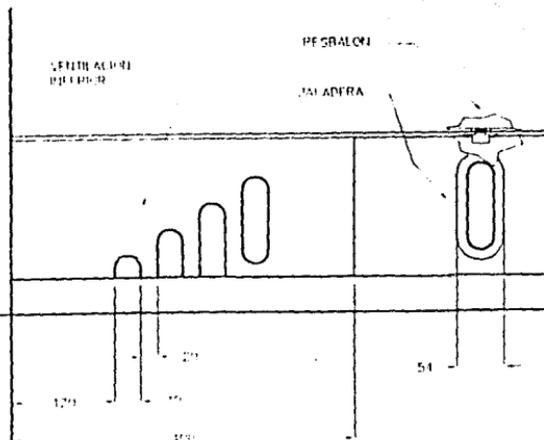
DETALLES		PL 9
Diseño Industrial UNAM		
SECADORA PARA BAMBU		
GERARDO GARCIA ORTIZ		MAY '91

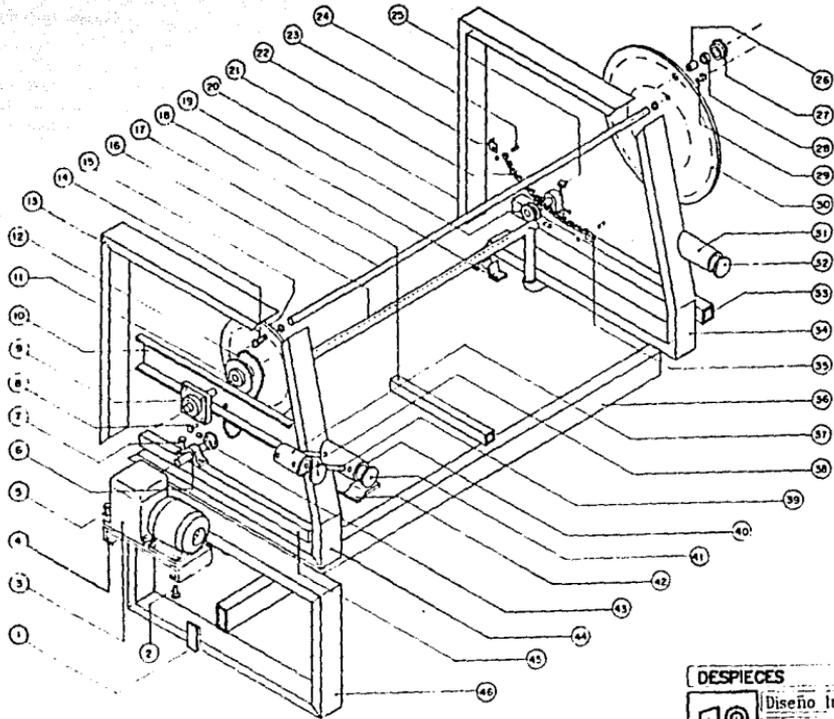
DETALLE V

DETALLE Z

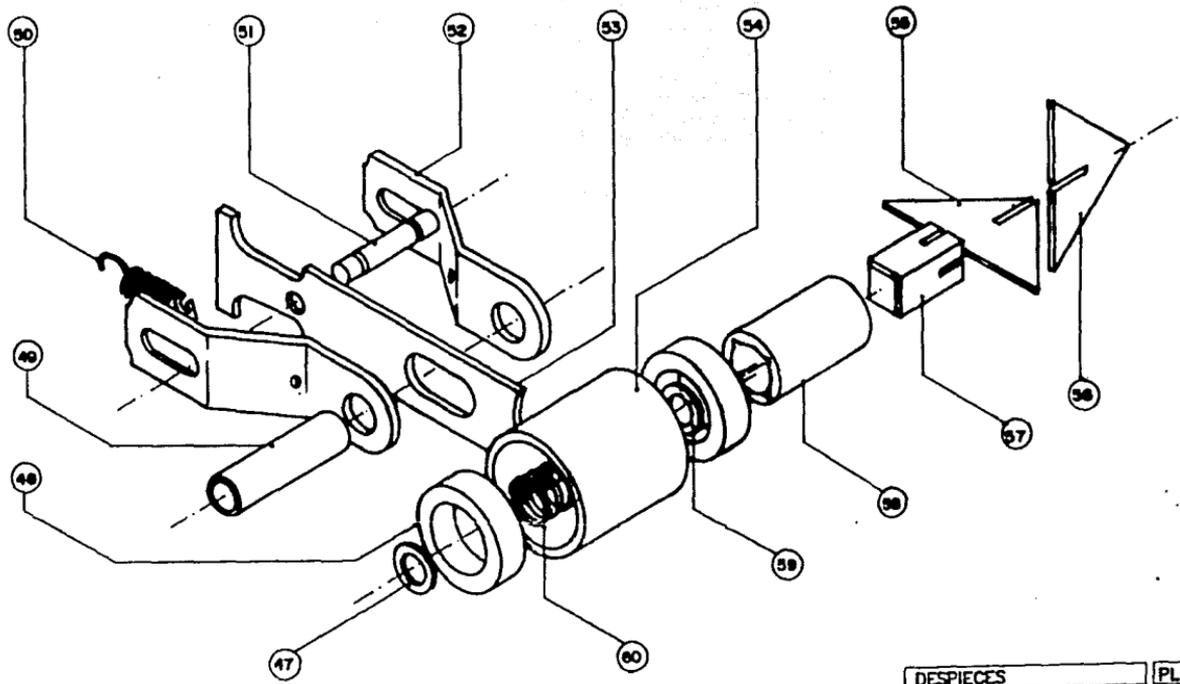
DETALLE R

DETALLE W

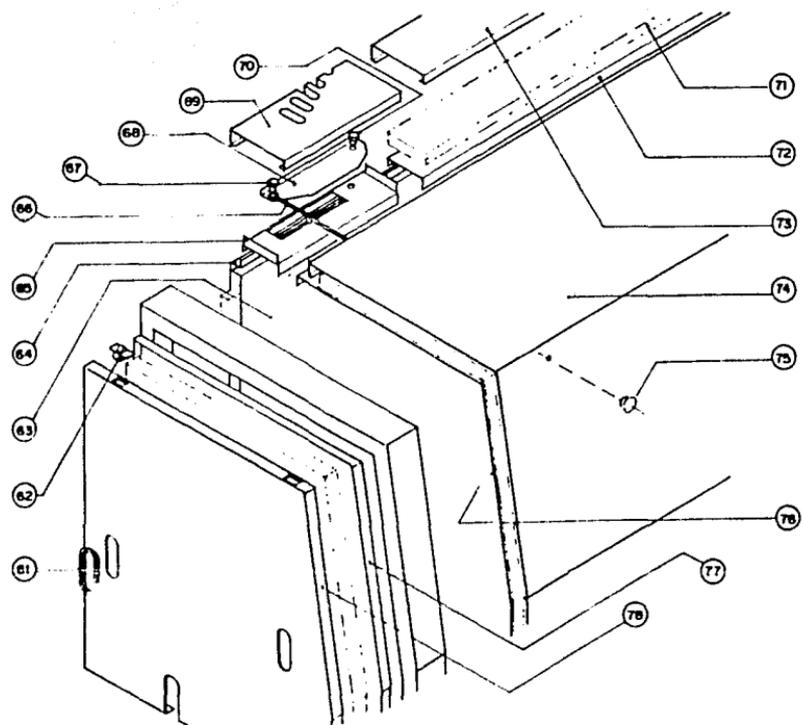




<b>DESPIECES</b>		<b>PL 11</b>
		<b>Diseño Industrial UHAM</b>
<b>SECADORA PARA BAMBU</b>		
<b>GERARDO GARCIA ORTIZ</b>		<b>MAY '91</b>



DESPIECES	PL 12
Diseño Industrial UNAM	
SECADORA PARA BAMBU	
GERARDO GARCIA ORTIZ	MAY '91

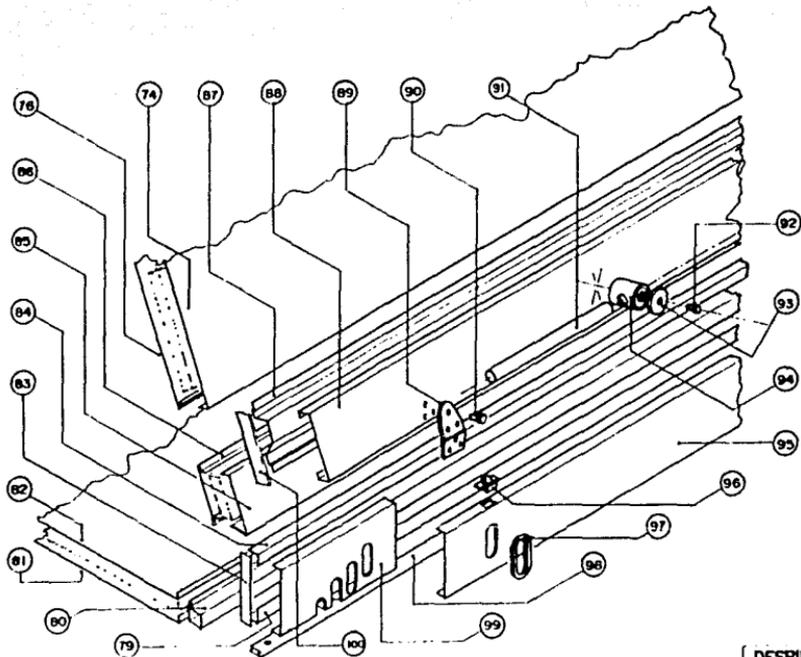


DESPIECES PL 13

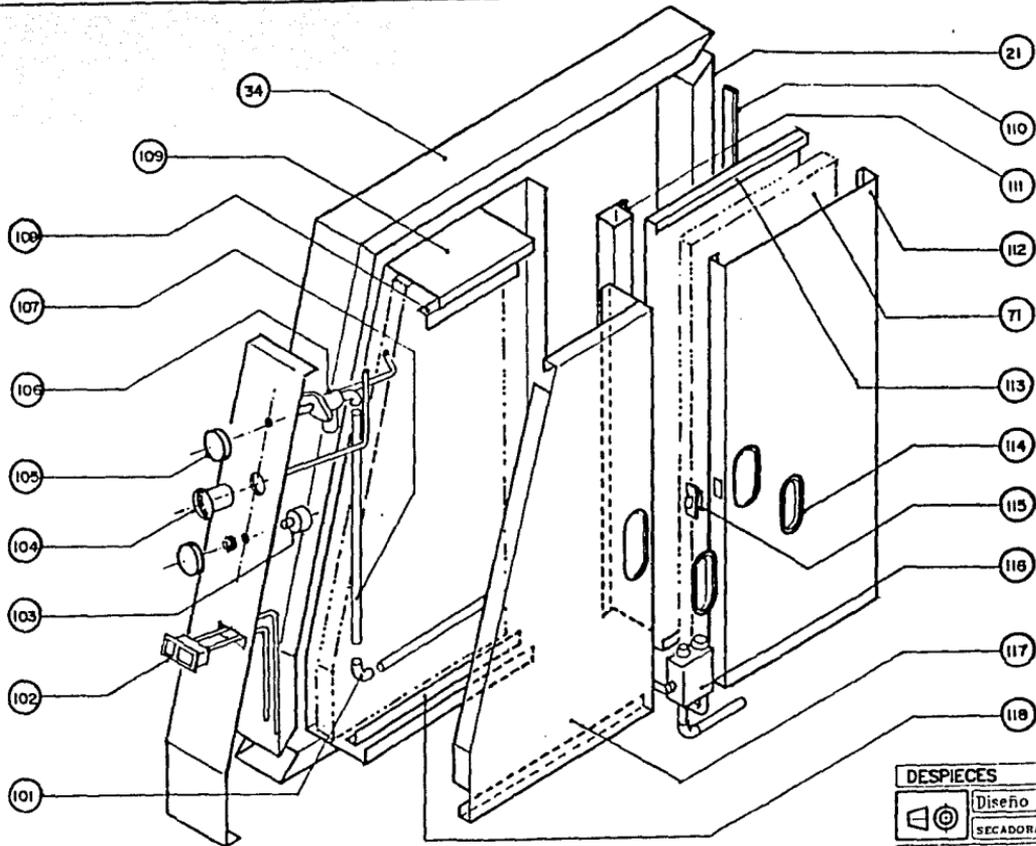
Diseño Industrial UNAM

SECADORA PARA HAMBURGUERAS

GERARDO GARCIA ORTIZ MAY '91



DESPIECES [PL 14]  
 Diseño Industrial UNAM  
 SECADORA PARA DAMBU  
 EDUARDO GARCIA ORTIZ MAY '91



DESPIECES		PL 15
	Diseño Industrial UNAM	
	SECADORA PARA BAMBU	
GERARDO GARCIA ORTIZ		MAY '91

## LISTA GENERAL DE PARTES

No	nombre	material	cant	observaciones
001	TAPA DE LARGUERO	P.V.C.	4	COMERCIAL
002	TORNILLO BASE DE MOTOR C/T	ACERO	4	9X32, COMERCIAL
003	MOTORREDUCTOR		1	1/4 H.P. 1750/29 R.P.M.
004	BASE DE MOTORREDUCTOR	ACERO	1	PLACA 3 mm
005	TORNILLO MOTORREDUCTOR C/T	"	8	9x32, COMERCIAL
006	CHUMACERA PARA EMBRAGUE		1	Ø25, 2 BARRENOS, LKS
007	TORNILLO P/CHUMACERA EMB.	ACERO	2	9X25, COMERCIAL
008	TORNILLO P/CHUMACERA CENT.	"	4	9X25, COMERCIAL
009	CHUMACERA CENTRAL		1	Ø25, 4 BARRENOS, LKS
010	SOPORTE CENTRAL	ACERO	1	PLACA 3 mm
011	CATARINA P/TRANSMISION	"	1	50 DIENTES, 208Ø EXT.
012	CADENA DE TRANSMISION	"	1	DE RODILLOS, PASO 12
013	BASTIDOR TRASERO IZQ.	"	1	PLACA 3 mm
014	TORNILLO IZQ. P/GUIA C/T	"	36	9X25 COMERCIAL
015	DISCO MENOR	"	1	PLACA 3 mm, PINTADO
016	QUEMADOR LINEAL	"	1	AL CARBON, 38Ø, ECLIPSE
017	TUBO GUIA	"	1	19Ø EXT.
018	LARGUERO CENTRAL	"	1	TUBO CUADRADO 50X50.
019	BASE PARA QUEMADOR	"	1	LAMINA NEGRA CAL 22
020	RODILLO	A.I.	2	MOLETEADO
021	BASTIDOR TRASERO DER.	ACERO	1	PLACA 3 mm
022	CADENA BASE DE GIRO	"	1	DE RODILLOS, PASO 12
023	BASE SUP. DE CADENA	"	1	LAMINA NEGRA CAL 20
024	PERNO DE CADENA	"	1	6Ø, COMERCIAL

## LISTA GENERAL DE PARTES

No	nombre	materlal	cant	observaciones
025	TORNILLO P/CHUMACERA DER.	ACERO	2	9x25, COMERCIAL
026	ACOPLAMIENTO FIJO	"	36	BROCHADO
027	CATARINA DE GIRO	"	36	10 DIENTES, 50ø EXT.
028	BALERO DE AGUJAS	"	36	MOD 1612, IKO, 34ø EXT
029	TORNILLO DER. PARA GUIA C/T	"	36	9X25, COMERCIAL
030	DISCO MAYOR	"	1	PLACA 3 mm
031	POSTE BASE DERECHO	"	1	PARED DE 1.5 mm
032	TAPA PARA POSTE DERECHO	"	1	LAMINA NEGRA CAL 20
033	BASE P/CHUMACERA DER.	"	1	TUBO CUADRADO 50X50
034	BASTIDOR ANTERIOR DER.	"	1	PLACA 3 mm
035	BASE INFERIOR DE CADENA	"	1	LAMINA NEGRA CAL 20
036	LARGUERO LONGITUDINAL	"	2	TUBO RECTANG. 100X44
037	POSTE PARA ENDEREZADO	"	1	PARED 3 mm
038	TAPA P/POSTE DE ENDEREZADO	"	1	LAMINA NEGRA CAL 20
039	AJUSTADOR PARA ENDEREZADO	ACERO A.R.	2	BARRA 25ø
40	POSTE BASE IZQ.	"	1	PARED 3mm
041	TAPA P/POSTE BASE IZQ.	"	1	LAMINA NEGRA CAL 20
042	APOYO P/PUERTA	"	2	PLACA 3mm
043	EMBRAGUE DE RUEDA LIBRE	"	1	12 DIENTES, PASO 12
044	BASTIDOR ANTERIOR IZQ.	"	1	PLACA 3 mm
045	BASE P/CHUMACERA IZQ.	"	1	TUBO CUADRADO 44X44
046	BASE INFERIOR	"	2	TUBO RECTANG. 100X44
047	RONDANA DE APOYO	"	1	CAL 20 PEGADA
048	BALERO DE AGUJAS	"	2	MOD 1612, IKO, 34ø EXT

## LISTA GENERAL DE PARTES

No	nombre	materi al	cant	observaciones
049	JALADERA	ACERO	1	TUBO CAL 22
050	RESORTE DE TENSION	A.I	2	6ø, ESPIRA UNIDA
051	PERNO BASE	ALUMINIO	1	6ø
052	SUJETADOR LATERAL	ACERO	2	LAMINA NEGRA CAL 16
053	SUJETADOR CENTRAL	"	1	"
054	RECEPTOR DE ACOPLAMIENTO	"	1	"
055	PUNTA INTERIOR	"	1	LAMINA NEGRA CAL 20
056	PUNTA EXTERIOR	"	1	"
057	BASE DE PUNTAS	"	1	C.R., RANURADO
058	ACOPLAMIENTO	"	1	BROCHADO
059	RONDANA DE FIJACION	"	1	CAL 20, PEGADA
060	RESORTE DE ACOPLAMIENTO	"	1	12ø, EXTS. ESMERILADOS
061	JALADERA DE PUERTA IZQ.	P.V.C.	2	COMERCIAL
062	RESBALON DE PUERTA IZQ.	"	1	MOD. 315-E, PHILLIPS
063	PARED TRASERA INTERIOR	ACERO	1	LAMINA NEGRA CAL 22
064	PARED TRASERA EXTERIOR	"	1	"
065	BASE DE VENTILA	"	2	"
066	CHICOTE DE VENTILA	"	2	"
067	PERNO C/ANILLO SITUACION	ALUMINIO	2	6ø
068	DIAFRAGMA DE VENTILA	ACERO	2	LAMINA NEGRA CAL 22
069	TAPA DE VENTILA	"	2	"
070	REMACHE EJE	ALUMINIO	2	6ø
071	AISLANTE	LANA MIN.		38 ESP., ROLAN FFA48
072	PARED DE AJUSTE INT.	ACERO	1	LAMINA NEGRA CAL 22

## LISTA GENERAL DE PARTES

No	nombre	material	cant	observaciones
073	PARED DE AJUSTE EXT.	ACERO	1	LAMINA NEGRA CAL 22
074	PARED SUPERIOR EXT.	"	1	"
075	PERILLA DE VENTILA	ABS	2	ROSCADA, COMERCIAL
076	PARED SUPERIOR INT.	ACERO	1	LAMINA NEGRA CAL 22
077	PARED INT. PUERTA IZQ.	"	1	"
078	PARED EXT. PUERTA IZQ.	"	1	"
079	REFUERZO INTERIOR PUERTA	"	1	"
080	BASE PARA PUERTA INF.	"	1	"
081	PARED INFERIOR EXT.	"	1	"
082	PARED INFERIOR INT.	"	1	"
083	REFUERZO LATERAL	"	1	SOLERA
084	REFUERZO SUPERIOR PUERTA	"	1	ANGULO 3X25
085	PARED FRONTAL EXT.	"	1	LAMINA NEGRA CAL 22
086	PARED FRONTAL INT.	"	1	"
087	PARED INT. PUERTA FRONTAL	"	1	"
088	PARED EXT. PUERTA FRONTAL	"	1	"
089	BISAGRA	"	3	MODELO 75-G, FANAL
090	TORNILLO P/BISAGRA	"	18	6X12, COMERCIAL
091	JALADERA PUERTA FRONTAL	MADERA	1	BASTON PINO, 38# EXT
092	TORNILLO P/BASE DE JALADERA	ACERO	2	12X17, COMERCIAL
093	TAPA P/BASE DE JALADERA	"	2	LAMINA NEGRA CAL 20
094	BASE DE JALADERA	"	2	TUBO LAM NEGRA CAL 22
095	AJUSTE DE PUERTA INFERIOR	"	1	LAMINA NEGRA CAL 22
096	RESBALON DE PUERTA INF.	"	2	MOD 315-E, PHILLIPS

## LISTA GENERAL DE PARTES

No	nombre	material	cant	observaciones
097	JALADERA DE PUERTA INF.	P.V..C.	2	COMERCIAL
098	BISAGRA DE PUERTA INF.	ACERO	1	"DE PIANO", COMERCIAL
099	VENTILA INFERIOR	"	2	LAMINA NEGRA CAL 22
100	TAPA DE PUERTA FRONTAL	"	2	SOLERA
101	CODO	COBRE	2	COMERCIAL
102	CONTROL DE ENC/APG		1	MOD 7618, TORK
103	TIMER		1	MOD G8, Ø50, CALFER
104	TERMOMETRO BIMETALICO		1	CAR. 50Ø, VASTAGO 150
105	PERILLA	A.B.S.	2	50Ø
106	TERMOSTATO	COBRE	1	MOD T6, PRECISION
107	CONDUCTOR DE GAS	COBRE		COMERCIAL
108	RIEL SUPERIOR DE PUERTA	ACERO	1	LAMINA NEGRA CAL 22
109	PARED INT. DERECHA	"	1	"
110	BISAGRA DE PUERTA TRASERA	"	1	"DE PIANO", COMERCIAL
111	POSTE IZQUIERDO	"	1	LAMINA NEGRA CAL 22
112	PARED EXT. PUERTA TRASERA	"	1	"
113	PARED INT. PUERTA TRASERA	"	1	"
114	JALADERA PUERTA DERECHA	P.V.C.	2	COMERCIAL
115	RESBALON DE PUERTA TRASERA		1	MOD 315-E, PHILLIPS
116	VALVULA PILOSTATICA		1	MOD S-100, PRECISION
117	PUERTA CORREDIZA	ACERO	1	LAMINA NEGRA CAL 22
118	RIEL INFERIOR DE PUERTA	ACERO	1	LAMINA NEGRA CAL 22

### 4.3 ESTIMACION DE COSTOS

Es común hablar de lo incierto que resulta presentar un estudio de costos, por la cantidad de factores que en él intervienen, además de su relatividad temporal. En el otro extremo están los casos en que se evita cualquier roce con este punto.

De este modo, y sin poder evitar el carácter relativo de los costos, presento a continuación una elemental aproximación al costo de la secadora, que incluye los siguientes aspectos:

Costo de piezas comerciales.- Este es uno de los datos más precisos. Incluye motor, piezas de acero, tornillería, controles y válvulas, catarinas, cadenas, baleros, lana mineral, bisagras y otros.

Costo de lámina.- Este grupo se estimó en base al costo de la lámina en sus diferentes calibres, por la cantidad de metros cuadrados utilizados, incluyendo un 7% de desperdicio. Las piezas tubulares comerciales se calcularon del mismo modo, pero en metros lineales.

Costo de manufactura.- Siendo la mano de obra para la construcción de este producto en un cien por ciento de pailería, en Manufacturas Metálicas ALME, me fué hecho un presupuesto por la maquila de las piezas y su armado. Se incluyeron cortes, dobleces, soldadura, armado y pintura; todo ello para una producción estimada de 25 piezas.

Así, el costo total quedó constituido de la siguiente forma:

COSTO DE PIEZAS COMERCIALES:	8'000,000
COSTO DE PIEZAS DE LAMINA:	7'000,000
COSTO DE MANUFACTURA (MAQUILA)	9'500,000
<b>TOTAL COSTO DE LA SECADORA:</b>	<b>24'500,000 aprox.</b>

Todo ello al mes de febrero de 1991, cuando el salario mínimo mensual es de 324,000 pesos.

71

## 5. CONCLUSION

Es frecuente que los proyectos de tesis se presenten como infalibles y totalmente solucionados. Sin embargo, en todos los casos es conveniente hacer referencia a puntos de vista, alcances, aportaciones y, por que no, limitaciones surgidas durante la elaboración de los mismos. De acuerdo a esto, expongo a continuación algunos comentarios, que he dividido en varios aspectos:

### Relativo al producto

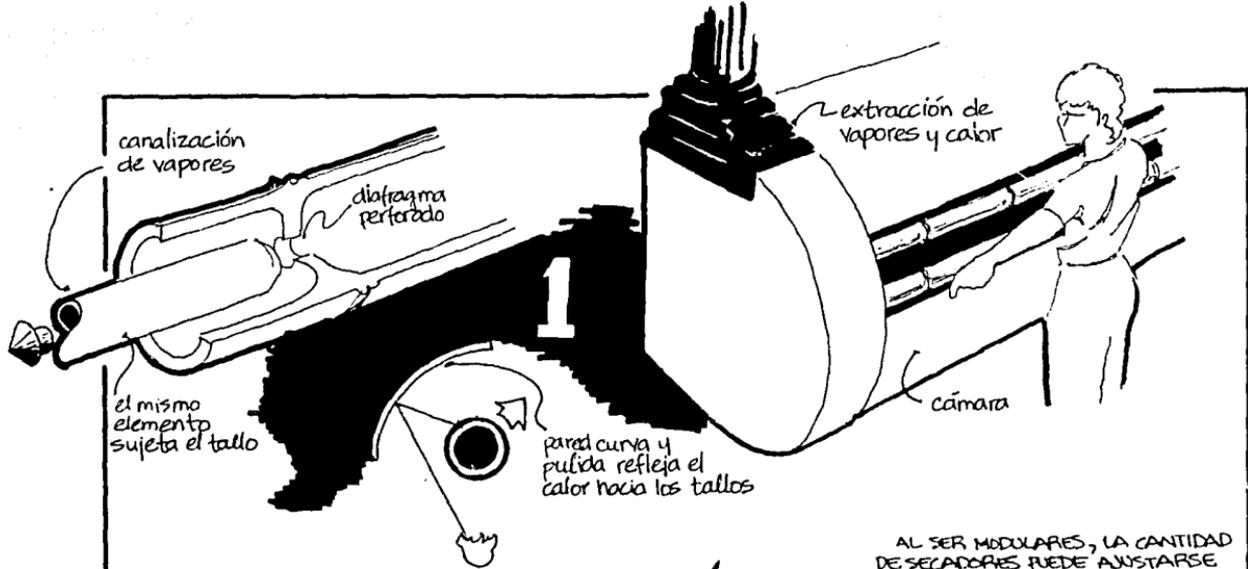
Del tiempo que dediqué a elaborar la tesis y dado que no existían antecedentes, invertí aproximadamente un 60% del mismo a investigar sobre el secado de bambú y a la proposición exhaustiva de diferentes maneras de solucionar el sistema y el resto para investigar acerca de materiales y mecanismos incluidos en el concepto-solución.

En vista de la relativa complejidad de factores implicados en la transformación del bambú -y específicamente del secado-, es evidente que el tema no está agotado y que aún hay necesidad de experimentar en ciertos fenómenos físicos y químicos involucrados en el proceso, e incluso en el sistema mismo de secado. La página siguiente muestra algunas alternativas que no se desarrollaron por tener ciertas limitaciones, pero que ofrecen otras ventajas que será conveniente estudiar.

### Relativo al secado de bambú

Si bien es cierto que no es posible teorizar sobre los experimentos realizados, éstos serán importantes para quien se dedique profundizar sobre las aplicaciones de este material. Mejor aún, sería ideal que la investigación se pudiera abordar de manera interdisciplinaria, a manera de obtener resultados más completos.

Igualmente interesante resulta el hecho de convencer, a quien está implicado, que el procedimiento de secado es indispensable para que el bambú funcione debidamente en cuanto a durabilidad, resistencia y apariencia de los productos hechos en ese material.



AL SER MODULARES, LA CANTIDAD DE SECADORES PUEDE AJUSTARSE BIEN A LAS NECESIDADES DE SECADO DE TALLOS EN UN TALLER

73

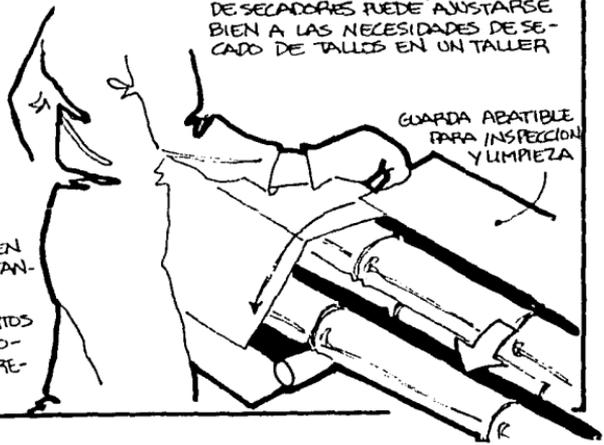


LOS TALLOS SE SECAN EN GRUPOS DE 3, Y ALTERNAN SU POSICION EN CUANTO EL QUEMADOR COMPLETA UN RECORRIDO

2

UNOS RODILLOS MANTIENEN A UNA DISTANCIA CONSTANTE A LOS TALLOS

SI SE LOCALIZAN COMO PUNTOS DE FLEXION, ESOS RODILLOS PODRIAN CONTRIBUIR AL ENDEREZADO DE TALLOS



### Relativo a la situación artesanal

Ya que el tema de ésta tesis está ligado a este ámbito social, creo importante describir ciertos aspectos específicos dentro de los que está inmersa la problemática artesanal en nuestro país. De acuerdo con ello, a continuación expongo algunas ideas de gente que se ha dedicado a estudiar el tema.

Victoria Novelo<sup>23</sup> indica que la comercialización del producto artesanal es indispensable para que los productores tengan acceso inmediato al dinero, así como para concentrar las pequeñas producciones, distribuirlas y venderlas; la organización del trabajo no permite que, ante la amplitud del mercado, el productor pierda tiempo buscando clientes, pues debe reiniciar diariamente el ciclo de producción. En otras palabras, el consumo permite la reproducción de este proceso productivo. Ello ha propiciado la explotación y subordinación de este trabajador, aunque aparentemente este trabajando "por su cuenta".

Así, se origina una cadena de intermediarios en la circulación de artesanías, que llega a ser tan grande y a ser tantas las vías que se ejercen en contra del productor para exprimirle el máximo de mercancías al menor precio posible, que, como lo menciona Novelo, surge la desconfianza en las "acciones del gobierno para fomentar el consumo de artesanías, pues más que beneficiar al productor han favorecido al comerciante", ya que esos programas, agrega, "han sido unilaterales, al encaminarse a promover las ventas sin una comprensión integral de la situación de los productores".

Como parte de los planes de mejoramiento de la vida artesanal, Becerril<sup>24</sup> propone que se apoye al productor para que pueda:

- a) Contar con materia prima suficiente, de calidad y a precio razonable
- b) Producir lo suficiente para cubrir la demanda
- c) Establecer parámetros de calidad uniforme
- d) Ofrecer precios competitivos en relación a productos similares
- e) Tener capacidad financiera para contar con inventarios mínimos

<sup>23</sup> Op. cit., p 271

<sup>24</sup> Op cit, p 908

Añade que con estos cambios tecnológicos será indispensable, por una parte, que se respeten en el producto final los caracteres y la personalidad del pueblo artesanal y, por otra, que a la par de esos cambios se de también un cambio en el terreno intelectual pues "el hecho de producir más, o con más estética, no asegura sacar de la postración al artista popular".

#### Relativo al Diseño

Considero que vivimos en un país que, dadas sus condiciones geográficas e históricas, no ha sido posible que desarrolle ampliamente la cultura propia. Sin embargo, no por ello han dejado de existir un conjunto de recursos (como el bambú), ni de rasgos (como una fina artesanía), que permiten destacar, dentro de un ambiente extranjerizado, algo de nuestra identidad.

Será pues necesario superar la contradicción entre el reconocimiento de la valía cultural implícita en el producto artesanal -siempre postulado como elemento indispensable de la identidad nacional-, y la situación marginal en que viven sus autores; la solución requerirá una acción conjunta que incluya, como ya se ha indicado, a todos los factores de producción y culturales implicados. Las bases sociales en que se fundamenta el Diseño Industrial lo comprometen a colaborar con ésta tarea, y corresponde a las instituciones de enseñanza el dar a conocer esa situación a los involucrados.

Dentro del contexto citado, una de las contribuciones específicas que puede aportar el diseñador consiste en tender un lazo (mediante el diseño de maquinaria y sistemas o la investigación de nuevas aplicaciones), entre los recursos y la mano de obra locales, permitiéndolo una evolución natural de la cultura y la tecnología.

#### Relativo a la UNAM

En la actualidad, la UNAM atraviesa por dificultades que le han ocasionado una imagen negativa como centro de enseñanza. Aunque se trata de algo complejo e imposible pensar en que exista una solución única, hay un problema en el que los egresados están sumamente implicados: el nivel académico que proporciona la institución, el cual, por cierto, está de moda cuestionar; nos corresponde demostrar que somos capaces de resolver con la mejor calidad los requerimientos de diseño que plantea la industria o cualquier otra área de trabajo.

---

**A. GLOSARIO**

---

Antropometría	Estudio de las dimensiones del cuerpo humano
creosota	Líquido incoloro antiséptico y cáustico que se emplea como desinfectante
Ergonomía	Metodología de la comunicación hombre-máquina dentro de su medio ambiente
gramínea	Familia de plantas monocotiledóneas que tienen tallos huecos divididos por nudos
fisura	Ruptura de algún cuerpo, en sentido longitudinal
humedad relativa	Cantidad, expresada como porcentaje, del agua contenida en el aire ambiental
invernación	Estado letárgico invernal de ciertos animales
xilófago	Insecto que se alimenta de madera

---

## B. DESARROLLO DEL ENSAYO

---

### B.1 Objetivos

Es evidente que existen dos aspectos determinantes en el secado a fuego abierto, el primero: la temperatura; de ella dependen factores importantes como el tiempo o la velocidad de secado, entre otros. El segundo: el curso del secado, esto es, la inspección de los cambios físicos ocurridos durante el proceso.

Cabe hacer notar que sería absurdo pretender obtener valores definitivos y de aplicación general en el secado de un material entre cuyas características destaca la de ser extremadamente irregular. A cambio, sí se espera obtener parámetros que nos permitan delimitar la capacidad funcional del equipo y ofrecer un rango de operación (temperaturas, distancias, tiempos), dentro de los cuales se cubra, a su vez un rango de variaciones (diámetros, longitudes, especies, grados de humedad, etc.).

El criterio utilizado para obtener una temperatura máxima y controlar las observaciones durante las pruebas fué el siguiente:

Para determinar una temperatura máxima y distancia mínima:

1. Encender una flama normal en un quemador de gas, de la misma longitud del tallo (40 cms).
2. Acercar una muestra de las de mayor diámetro, girándola sobre la flama.
3. Determinar la distancia mínima a la cual el tallo no sufre quemaduras durante un tiempo determinado, y registrar dicha distancia y la temperatura recibida por el tallo en ese momento.

Para controlar las observaciones:

4. Se pondrán a secar, en las condiciones obtenidas antes, tallos de tres diámetros diferentes -2, 5 y 12 cms-, registrando: peso inicial, final y a diferentes periodos preestablecidos; diámetros inicial y final (promedio de diferentes lecturas de medición sobre diferentes partes

del diámetro); y las observaciones durante cada prueba. Asimismo, se practicará un orificio a cada diafragma en las muestras.

5. Interpretar el peso perdido como porcentaje de humedad extraída durante el ensayo.
6. Graficar los resultados promedio.
7. Para comprobar otras alternativas:

Analizar un caso de secado en donde se utilice un horno, y uno más utilizando leña de bambú como combustible.

8. Anotar las conclusiones sobre las observaciones registradas.
9. Hacer registros fotográficos durante el ensayo, (a ellos se hace referencia durante el texto).

## B.2 Simulador

Para facilitar la experimentación, se construyó un simulador (F1, F2) en el cual se pudiera tener control sobre los parámetros variables que, como ya se ha observado, intervienen en el proceso de secado: temperatura, distancia y duración.

Entre otras características, el aparato debía permitir que el tallo pudiera girarse, limpiarse y retirarse para ser pesado. Por su parte, la flama requería de ser graduable, y constante durante cada prueba.

Aunque inicialmente se había pensado en elaborar algo sencillo, después se optó por armar un aparato de construcción mas sólida y perdurable, en el que posteriormente se realizaran nuevos ensayos o se verificaran los resultados existentes. Está construido principalmente en tubo de aluminio y lámina galvanizada; permite subir o bajar el tallo respecto a la flama en un rango de 10 a 25 cms (F3), así como alejarlo o acercarlo de manera que, no importando su diámetro, quede alineado paralelamente al quemador de gas.

Además, los quemadores son desmontables, de manera que en su lugar se

pueda colocar alguna otra fuente calorífica.

Como equipo adicional se utilizó un termómetro de alta temperatura (0 a 400 grados), y una báscula con escala mínima de un gramo.

### B.3 Descripción Cronológica

Aquí, se describen los cambios físicos detectados durante las pruebas, y mas adelante se anotan algunas observaciones al respecto:

min

- 000 - 005 El tallo tiene un color de aspecto claro. Para ésta exposición se describen las pruebas con diámetro mediano, aproximadamente 5 cm y grueso de pared de 4 a 5 mm (F4)
- 005 - 015 La expulsión de humedad , como pérdida de peso- está en un nivel intenso, a razón de 8 g por cada Kg por cada minuto. Sale por los extremos en forma de vapor, pero parte de ella se condensa al contacto con el exterior, presentando una apariencia espumosa y gotea (F5, F6, F7), La resina, de consistencia pegajosa, aparece sobre la superficie. Al término de éste periodo, el peso ha disminuido en un 12.1% (ver gráfica)
- 015 - 030 Continúa la salida dde vapor por los extremos, aunque en menor cantidad, pues concluye el goteo. El color del tallo es amarillento. La resina en la corteza requiere limpieza constante (F8). El color del tallo es café de un tono claro y el peso se ha decrementado en un 15.5%.
- 030 - 060 La salida de vapor apenas se nota, aunque el peso sigue disminuyendo. SE acentúan deformaciones (F9) a causa de irregularidades originales. El peso se ha disminuido en un 17%.
- 060 - 120 La salida de vapor ya no se nota y no se perciben rastros de resina, la superficie se vuelve susceptible a quemaduras, principalmente donde la flama es más alta (F10). Las manchas y raspones se observan más contrastantes. El tono café de la corteza ha adquirido un nivel más adecuado y el peso perdido es de 18.5%.

ESTA TESIS  
NO DEBE  
SALIR DE LA  
BIBLIOTECA

120 - 300 Durante este lapso, los únicos cambios notables son que la coloración de la superficie es demasiado oscura y presenta manchas por quemaduras, las grietas se han ampliado (F9) y no hay rastros de resina. La pérdida de peso ha sido muy lenta: unos 12 gr por cada kg por cada hora. Al término de la prueba, la pérdida total de peso fué de un 20.2% respecto al peso inicial y el tallo redujo su diámetro en un 5% aproximadamente. Los extremos abiertos de todas las muestras presentaron rajaduras.

De acuerdo a mis resultados, a menor diámetro de la pieza, más rápido es su secado:

piezas de            2 cm: 60 min;            de 5 cm: 120 min;            de 12 cm: 150 cm

En la fotografía F13 se muestran diferentes tonos del tallo de 5 cm de diámetro a diferentes tiempos de secado.

Para demostrar la presión del vapor en el interior de los tallos, se hizo una prueba en que se perforó la pared del entrenudo. Desde los 10 y hasta los 25 minutos, el vapor salió profusamente por el orificio (F11 y F12).

Se realizó otro experimento utilizando leña de bambú como combustible (F14) que proporcionaron una temperatura promedio de 190 G, pero se observaron los siguientes problemas.

- a) La flama es irregular, provocando quemaduras cuando es muy alta (F15, F16)
- b) La corteza se mancha con tizne, el cual es difícil de limpiar (F17)

Una última prueba consistió en secar un tallo en una estufa doméstica, a 180 G, detectándose lo siguiente:

- a) La salida de savia y resina es menos intensa
- b) La pérdida de peso y el cambio de coloración de la corteza son más lentas
- c) Teniendo la puerta abierta la temperatura en el lugar en que se sitúa una persona, a unos 60 cm de distancia, es de 46 G aproximadamente

#### B.4 Determinación del porcentaje relativo de pérdida de humedad.

Para determinar la pérdida de humedad durante las pruebas, tomamos como referencia la diferencia de pesos existente antes y después de cada una de ellas. Es conveniente aclarar que las muestras se obtuvieron recién cortadas (teniendo un color verde oscuro) y se dejaron al aire libre durante unas dos semanas, cambiando su coloración a verde claro. Por otro lado, durante las pruebas, el momento en que el bambú estaba suficientemente seco, se determinó en cuanto la pérdida de peso era mínima.

Para calcular la pérdida de humedad, se utilizaron los datos de los porcentajes obtenidos en las piezas de diámetro mediano (5 cms aprox):

Peso de la pieza en verde : 248 grs

Peso de la pieza seca: 198

luego, si aplicamos la fórmula descrita anteriormente:

$$CH = ( P - S / S ) 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = (248 - 198.2 / 198.2) 100$$

$$= (49.8 / 198.2) 100$$

$$= 25.11 \%, \text{ que corresponde a la cantidad de}$$

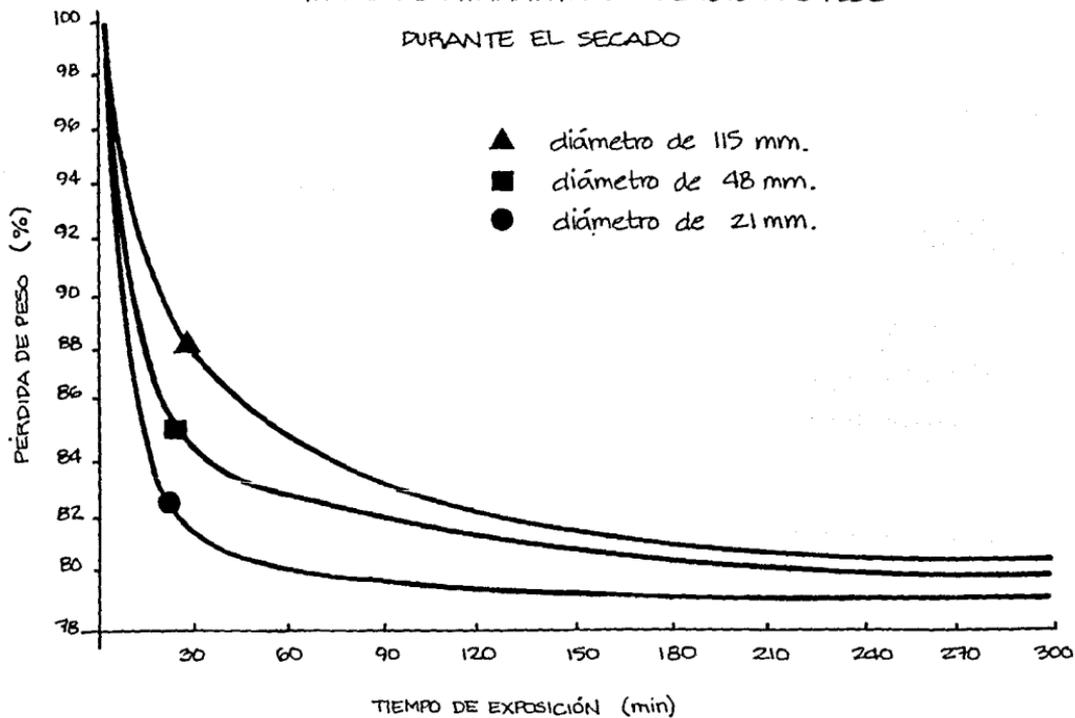
humedad, perdida durante la prueba.

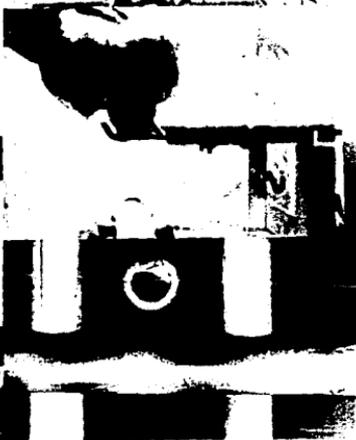
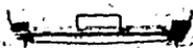
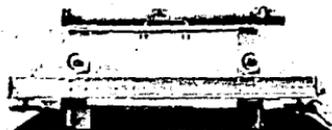
#### B.5 Registro de resultados, tablas y gráfica

La información obtenida en las pruebas se concentró en las hojas anexadas mas adelante. El rubro de Promedios contiene la gradual diferencia de pesos a través de los periodos (cada 30 min) en el ensayo, tomando nota por separado de los tres tipos de diámetro. En porcentajes se interpreta este mismo dato, pero como peso remanente porcentual, lo cual nos es útil para construir la gráfica. Finalmente, en Porcentajes Relativos se anota una aproximación al contenido inicial y final de humedad, además de la que se perdió durante la prueba.

PRUEBA	CONDICIONES INICIALES				REGISTROS PARCIALES DE PESO							CONDS FINALES		
	*C	h/cm	diám/mm	grs	Minutos							grs	diám	
					15	30	60	90	120	180	240	300		
DIAMETRO PROMEDIO DE 115 MM														
1	180	12	110,9	582	531,3	511,0	494,0	485,0	479,0	472,5	470,0	468,0	468,0	104,0
2	180	12	116,1	596	544,5	523,5	506,0	496,0	490,5	484,0	481,5	479,0	479,1	109,3
3	180	12	119,2	604	551,0	530,0	512,8	503,5	497,0	490,5	488,0	487,0	487,0	112,0
PROMEDIOS		115,4		594	542,3	521,5	504,3	494,8	488,8	482,3	479,8	478,0	478,0	108,4
% PESO REMANENTE				100,0%	91,3%	87,8%	84,9%	83,3%	82,3%	81,2%	80,8%	80,5%	80,5%	18,3%
% RELATIVO DE PERDIDA DE HUMEDAD	CH INICIAL	APRO			CANT DE HUMEDAD O PESO PERDIDA				CANT REMANENTE DE HUMEDAD					
	50,00%				24,26%				25,74%					
DIAMETRO PROMEDIO DE 48 MM														
4	180	12	48,1	245	215,5	207,0	203,0	201,0	199,5	197,0	196,5	196,2	195,8	46,0
5	180	12	48,6	252	221,5	213,0	209,0	207,4	205,5	203,5	202,4	202,0	202,0	46,9
6	180	12	47,5	247	217,0	208,6	204,7	203,0	201,2	199,0	198,0	196,9	196,9	45,0
PROMEDIOS		48,1		248	218,0	209,5	205,6	203,8	202,1	199,8	199,0	198,4	198,2	46,0
% PESO REMANENTE				100,0%	87,9%	84,5%	82,9%	82,2%	81,5%	80,6%	80,2%	80,0%	79,9%	18,5%
% RELATIVO DE PERDIDA DE HUMEDAD	CH INICIAL	APRO			CANT DE HUMEDAD O PESO PERDIDA				CANT REMANENTE DE HUMEDAD					
	50,00%				25,11%				24,89%					
DIAMETRO PROMEDIO DE 21 MM														
7	180	12	20,8	110	93,3	89,4	88,2	87,7	87,5	87,3	87,2	87,2	87,2	20,0
8	180	12	20,8	107	90,8	86,9	85,8	85,3	84,9	84,6	84,3	84,3	84,3	20,2
9	180	12	21,4	107	91,0	86,8	85,8	85,6	85,2	85,1	85,0	85,0	85,0	20,5
PROMEDIOS		21,0		108	91,7	87,7	86,6	86,2	85,9	85,7	85,5	85,5	85,5	20,2
% PESO REMANENTE				100,0%	84,9%	81,2%	80,2%	79,8%	79,5%	79,3%	79,2%	79,2%	79,2%	18,7%
% RELATIVO DE PERDIDA DE HUMEDAD	CH INICIAL	APRO			CANT DE HUMEDAD O PESO PERDIDA				CANT REMANENTE DE HUMEDAD					
	50,00%				26,32%				23,68%					

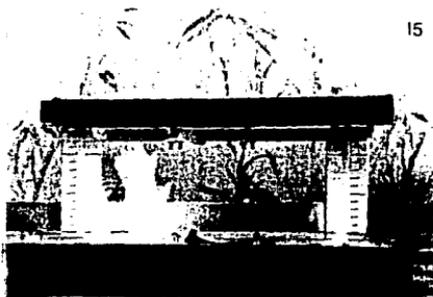
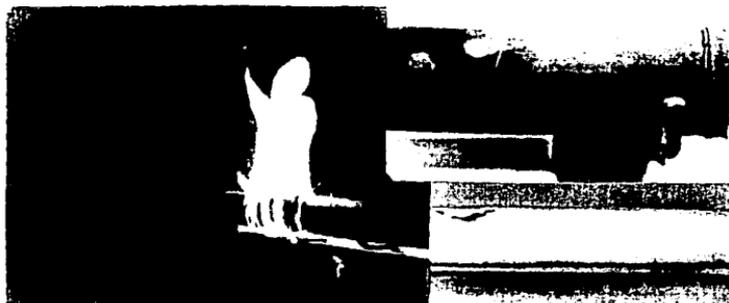
GRÁFICA COMPARATIVA DE PÉRDIDA DE PESO  
DURANTE EL SECADO





12

15



16

11



17



85

---

## C. BIBLIOGRAFIA

---

1. Chávez Aguilera, Carlos, *Cultivo y Explotación del bambú en México*, SEP/Fonart/Pacup, México, 1985, 89 pp.
2. Hidalgo López, Oscar, *El bambú, su cultivo y aplicaciones*, Estudios Técnicos Colombianos, Colombia, 1974, 317 pp.
3. Riba Ramírez, Ramón. *Determinación del contenido de humedad en equilibrio para maderas en la República Mexicana*, Inireb/Lacitema, México, 1985, 17 pp.
4. Tewari, et. al., *Bamboos, their utilization and protection against biodeterioration*, Journal of the T.D.A., vol XXV, No 4, Oct 1979, pp 12 a 23.
5. Purushotam, *Preservative treatment of green bamboos under low pneumatic pressures*, Indian Forester, vol LXXIX, No 12, Dic 1953, Forest Research Institute.
6. Sharma, *Chemical seasoning of bamboo in the round for the handicrafts*, Journal of the T.D.A., vol XVII, No 1
7. Chávez Alvarado, Carlos, *Estudio para elevar la eficiencia de los hornos en la ENEP Aragón*, tesis profesional, UNAM, México, 1988, pp 26 a 46
8. Osborne, *Ergonomía en acción*.
9. Edholm, Otto, *Biología del Trabajo*
10. Jensen, *Dibujo y diseño de ingeniería*.

---

**D. FUENTES DE CONSULTA**

---

1. Enterprice, S.A.                      Controles Industriales  
Rodríguez Saro 422 Col del Valle  
Depto. de Ingeniería en combustión
  
2. Precisión, S.A.                        Válvulas y reguladores  
Av. Sn Juan No 54 Col Aragón  
Depto. de Ventas
  
3. Industrias Alpha                      División hornos giratorios Simet  
Niza 76, Col Juárez  
Ing. Daniel González S.
  
4. Lindberg/Sola Basic                  Hornos industriales y de laboratorio  
Av. J. Rojo Gómez 510  
Ing. Cruz Villalobos
  
5. Manufacturas metálicas ALME      Servicios de pailería  
Av. Santiago 63  
Ing. Ernesto Verona