



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



17405-S

Distr.  
LIMITADA

ID/WG.479/3 (SPEC.)  
15 de noviembre 1988

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

ORIGINAL: ESPAÑOL

Reunión Regional de Expertos sobre  
la Cooperación y el Desarrollo  
en el campo de la Producción  
de los Materiales de Construcción \*

Ciudad de Guatemala, Guatemala  
24 a 27 de Octubre de 1988

LA MADERA COMO  
MATERIAL DE CONSTRUCCION EN CENTRO AMERICA \*\*

por

José Carlos Cano D. \*\*\*

\* Esta reunión fué organizada por la ONUDI conjuntamente con la SIECA (Secretaría de Integración Económica para Centro América).

\*\* Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. La mención de empresas en el presente documento no entraña juicio alguno sobre ellas ni sobre sus productos por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

\*\*\* Ingeniero, Peru.

## CONTENIDO

	<u>Pagina</u>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
<b>1.0 LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION</b>	<b>4- 7</b>
<b>2.0 VIVIENDAS DE MADERA</b>	<b>7- 8</b>
<b>3.0 ESTRUCTURAS DE MADERA</b>	<b>9-10</b>
<b>4.0 COMPARACION DE DISEÑO CON ACERO Y CONCRETO</b>	<b>11</b>
4.1 CONCRETO	11
4.2 ACERO	11
4.3 FUERZAS SISMICAS	12
<b>5.0 ASPECTOS TECNICOS LEGALES</b>	<b>12</b>
<b>6.0 SECTORES RELACIONADOS CON EL DESARROLLO DE MATERIAL MADERA</b>	<b>14</b>
6.1 SECTOR TECNICO	14
6.2 SECTOR LEGAL	14
6.3 SECTOR FINANCIERO	14
6.4 SECTOR INDUSTRIAL O DE PRODUCCION	15
6.5 SECTOR COMERCIO	15
<b>7.0 DESARROLLO DEL USO DE MADERA EN CONSTRUCCION</b>	<b>16</b>

## ANEXOS

<b>ANEXO Nº 1</b>	<b>LA MADERA EN LA HISTORIA</b>	<b>19-28</b>
<b>ANEXO Nº 2</b>	<b>ESTADO ACTUAL DE LAS CONSTRUCCIONES CON MADERA</b>	<b>29-34</b>
<b>ANEXO Nº 3</b>	<b>TECHOS DE MADERA PARA PAISES EN DESARROLLO</b>	<b>35-54</b>
<b>ANEXO Nº 4</b>	<b>SOME COMMON FALLACIES ABOUT WOOD</b>	<b>55-60</b>

## INTRODUCCION

La diferencia más sutil que podría especularse entre las primitivas culturas del viejo mundo y las culturas americanas, reside en que - mientras aquellas nacieron y vivieron en comunión con el bosque y sus productos, nuestras culturas los abandonaron y olvidaron demasiado pronto.

Tanto como lo es el agua, el árbol está ligado a la naturaleza del hombre y en la medida de nuestras posibilidades intentamos emplearlo. Posibilidades aún muy pobres entre nosotros para hacerlo eficientemente.

Un paralelo entre las potencialidades de la región centroamericana ubicada entre las primeras del mundo en cuanto a porcentaje de área boscosa, y a potencial forestal que la señala como región eminentemente forestal, y opuestamente una de las más bajas relaciones de consumo de madera por habitante, nos obliga a prestar mayor atención e interés a este material milenario, que bien podría estar -- realizando las más humildes viviendas. Siendo la industria constructora la mayor consumidora de productos leñosos primarios y secundarios, todo desarrollo de aquella repercutirá doblemente en la vida de la región.

El presente trabajo plantea conceptos y pautas generales que podrían ayudar a otros estudios de la madera como material constructivo y de la promoción de su mayor uso como consecuencia del mejoramiento de las técnicas de su uso.

## 1.0 LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION

Las posibilidades de utilizar la madera en la construcción pueden ser enfocadas en tres campos diferenciados pero conexos y que son: las construcciones temporales (campamentos, encofrados, etc.), construcciones permanentes (estructurales) y construcciones auxiliares y de decoración (puertas, escaleras, etc.).

En nuestro medio son conocidos el primero y el tercero de los usos, no sucediendo lo mismo con el segundo, debido a la existencia de una serie de factores, reales e imaginarios que impiden su desarrollo.

Los aspectos generales de esta situación pueden ser presentados básicamente por los siguientes hechos: por una parte, como ha sido expuesto anteriormente, contamos con una fuente cierta de materiales aptos para la construcción: la madera de nuestros grandes bosques; y por otra, la situación deficitaria de construcciones económicas.

Cabe preguntarse entonces, cuales son las causas que han imposibilitado las lógicas relaciones entre ambas realidades.

La falta de una tradición arraigada en el uso de la madera debe haber influido notablemente, y esta sería una de las causas primarias, además, el desconocimiento casi total de las características y posibilidades del material, el olvido o degradación de una buena práctica artesanal y ciertas ideas populares poco favorables en cuanto a la susceptibilidad de la madera a los agentes destructivos, han motivado en conjunto otro factor adverso: la ausencia de una industria forestal capaz de ofrecer los productos necesarios para la construcción.

Muchas de las características adversas atribuidas a la madera no pasan de ser simples creencias, lo cual hace que los métodos constructivos no toman en cuenta los diferentes factores que go-

biernan el comportamiento de este material, obteniéndose, así, resultados obviamente desfavorables. Estas aparentes dificultades no significan, empero, la condenación de nuestra madera como material, significan que es necesario eliminar factores desfavorables, para así aprovechar sus amplias ventajas para la construcción. Basta observar para el efecto lo que ha sido logrado con métodos apropiados que resaltan su verdadera naturaleza.

Las ventajas y características de la madera pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Su habilidad para responder satisfactoriamente a casi todas las exigencias físico-mecánicas que se presentan en las obras arquitectónicas, inclusive su resistencia a sustancias y vapores corrosivos.
- Su alta relación de resistencia-mecánica/peso propio que la hace sumamente favorable para procesos de prefabricación transporte y manipuleos en obra.
- Con los modernos métodos de unión pueden fabricarse elementos de casi toda dimensión y forma, limitadas solamente por las posibilidades técnicas y de erección.
- Su aspecto final y la limpieza de su acabado
- La gran ventaja de contarla en casi todas las regiones (bosques naturales y artificiales), y de un modo perpetuo.
- La simplicidad y bajo costo relativos de las herramientas necesarias para su manufactura.

Otras consideraciones importantes se refieren a las distintas características de los bosques tropicales de los bosques templados y a las coníferas de los climas tropicales, que hace necesario una mayor diferenciación entre los grupos de especies-propiedades y usos. Acusaría una falta de criterio el asignar exactamente idénticos usos y soluciones a coníferas y latifoliadas y esperar resultados igualmente satisfactorios.

Al respecto, es interesante recordar el caso de los primeros aviones construidos con maderas y que no fueron hechos, precisamente, con "pino oregón".

Son las sutiles y pequeñas diferencias las que hacen fracasar una especie determinada de madera, al exigírseles una función que no les conviene.

Esto ocurre porque a diferencia de otros materiales, todos los factores son igualmente importantes.

Gran número de defectos en la madera en uso se deben, inicialmente, al deficiente aserrado y secado y posteriormente a la acción del clima, que pueden alterar la estabilidad dimensional y resistente.

El fuego, como ha sido demostrado en muchas ocasiones, no es una causa de destrucción de primer orden, en realidad, la madera se comporta ventajosamente en comparación a los materiales metálicos y al concreto a causa de su baja conductibilidad y alto calor específico, lo cual lo hace ventajoso para muchos usos.

La susceptibilidad de algunas especies a la acción de agentes degradantes pueden ser reducidas por medio de sustancias inyectadas artificialmente y por detalles constructivos adecuados; al respecto, las futuras reglamentaciones deberán especificar los límites razonables de tiempo, que la construcción de madera debe resistir a la acción de cada agente específico.

La primera indicación, además de permitir el uso de muchas especies de baja resistencia natural a agentes degradantes, pueden derrumbar psicológicamente la resistencia popular al uso de la madera en las viviendas, fundamentada en un temor generalizado a todas las especies. Y esto sin elevar mayormente los costos de producción.

La influencia de la acción del hombre para el comportamiento final de la madera es decisiva, a diferencia de los materiales --

inertes y sufre los efectos de las manipulaciones inapropiadas u/o no sincronizadas.

En nuestros bosques vírgenes, el proceso más importante y fácil de controlar, es el aserrado. Gran parte de la calidad y cualidades finales de la madera de construcción reflejan los métodos y formas de aserrío. Aún no contamos con las normas técnicas - adecuadas para ello, salvo casos excepcionales como en los productos de exportación.

## 2.0 VIVIENDAS DE MADERA

La madera por sí sola, puede emplearse para fabricar todas las partes de una casa habitación, con excepción del hogar y la chimenea. Sin embargo en la mayoría de los casos, la madera es combinada con otros materiales de construcción tales como: arcilla, cal, cemento, piedra, hierro, plástico, etc., de acuerdo con su conveniencia relativa, disponibilidad y costo.

Los paneles a base de madera constituyen la base fundamental de la prefabricación en países donde la demanda de viviendas es tal que sólo pueden confiar en el uso de madera para cubrir necesidades tales como 1 1/2 millón de casas por año (US-Department of Agriculture Forest Services. H. Publications N° 861).

Si analizamos el uso de madera en países como EE.UU. Rusia, Gran Bretaña, Nueva Zelanda, Japón, etc., las estadísticas demuestran que tanto en países con grandes recursos forestales como - países deficitarios, utilizan por habitante y por año inclusive más madera que los países del tercer mundo; a pesar de tener nosotros los potenciales más grandes en bosques en el mundo.

Acá en América Latina se están haciendo ya intentos de desarrollo de la industria maderera, Chile por ejemplo, posee una política de vivienda bien definida respecto al uso de madera: desgravación de impuestos, ayuda gubernamental desde las plantaciones de árboles, transformación primaria, manufactura de casas prefabricadas, hasta exportación, a manera de ejemplo de bosques de - coníferas cultivado.



Por otro lado, Colombia ha iniciado un vasto plan de desarrollo forestal tendiente a utilizar sus invalorables recursos forestales tropicales.

Cabe señalar algunas de las ventajas del uso de madera en la construcción de viviendas, puntos favorables que han servido de base para que los gobiernos establezcan políticas bien definidas en la solución del problema de la vivienda.

- a) La madera es un recurso natural; renovable, de fácil trabajabilidad.
- b) No necesita grandes inversiones para su transformación y para la fabricación de los componentes de construcción.
- c) Su poco peso en relación a su resistencia la hace mucho más económica y fácil el transporte y la llegada a lugares poco accesibles.
- d) La prefabricación con madera permite el trabajo en sitio en seco, es decir no hay que esperar que seque la construcción, lo cual ahorra tiempo en erección y uso; permitiendo una recuperación del capital invertido en forma más acelerada, lo cual redundará en una economía general.
- e) Las casas hechas de madera pueden ser reparadas y remodeladas a bajo costo.

Por otro lado para el establecimiento de la industrialización de viviendas, son necesarios algunos requisitos generales básicos, como la continuidad en la demanda, la estandarización e integración de los diferentes elementos constitutivos de la vivienda, - una mecanización de mayor o menor grado según la requiera el país dentro de su política ocupacional y una constante investigación científico-industrial.

### 3.0 ESTRUCTURAS DE MADERA

La madera como material estructural puede presentarse en tres formas:

Primero, en forma de madera natural, aserrada del árbol tal como vigas de techo o vigas de piso, columnas, etc.

Segundo tenemos la madera laminada ya sea clavada, encolada, que se forma a base de tablas de 1/2" a 3" de espesor de cierto ancho y por medio de empalmes, el largo que uno desee; tales elementos alcanzan luces normales de 15 a 45 metros, excepcionalmente pueden cubrir luces de 100 y 120 metros como el caso de arcos laminados en Francia y Alemania, y puentes de gran envergadura de Holanda.

El tercer tipo de elementos estructurales, corresponde al contrachapado o triply, cuyas propiedades estructurales respecto a la madera sólida, representan un avance más en la aplicación de la técnica sobre la naturaleza.

En relación resistencia/peso en la madera, iguala a la de acero. La madera estructural pesa 1/5 del concreto y a pesar de que por volumen es a menudo más caro que el concreto, esta propiedad de ser un material liviano puede ser usado con ventaja de la economía en el transporte, en los costos de erección, disminución de cimentación, refuerzos, etc.

La madera es altamente resistente a la corrosión, por lo que puede usarse en ambientes donde exista ataques químicos.

Se le puede trabajar y cortar con facilidad las uniones por medio de elementos tan comunes como clavos, son muy simples y técnicamente confiables.

Después de haber expuesto a grandes rasgos las excelentes ventajas de la madera como elemento estructural, surge el primer y al parecer convincente argumento: Porqué si es un material tan bueno, hemos usado y seguimos usando acero y concreto en casi la totalidad de las estructuras?

La razón de esta verdad radica en la común idea de todo ingeniero y constructor de pensar en la madera como material variable y sobre la ignorancia que existe sobre sus propiedades físico-mecánicas, así como de los valores de resistencia, de las uniones estructurales, mecánicas y químicas.

Antes que nada, variación existe en todo el orbe, nadie ni nada es igual a los demás, corresponde a la ciencia y a la tecnología el tratar de crear uniformidad. En acero por supuesto, nosotros manufacturamos el material y lo hacemos de acuerdo a especificaciones, aplicamos ciencia y tecnología y una gran cantidad de -- gastos a fin de asegurar uniformidad. Pero la madera está hecha ya, y la única manera de obtener uniformidad es por selección, - el cual es un método tan razonable de control, como lo son los - controles durante la manufactura del acero por ejemplo.

Referente a variación o variabilidad, como ingeniero civil, po-- dría estar más atemorizado por las variaciones del concreto arma do, ya que siempre es posible dar una vuelta alrededor de una - obra estructural de madera y comprobar bajo los criterios de nudos, desviación de fibra, etc. la calidad y por ende la resis-- tencia real de cada elemento de madera, pero cabría la posibili-- dad que en una estructura de concreto armado se hayan olvidado - de colocar un par de barras de refuerzo, por ejemplo. Más aún es un hecho que en condiciones normales de práctica hay variaciones considerables en concreto armado; a pesar de ello se continúa - construyendo con él. No creo por lo tanto, que debamos estar te-- merosos de usar la madera.

Lo que hay que recordar siempre es que la madera es un material natural y que a fin de obtener tanto uniformidad como los valo - res mínimos de diseño, es necesario usar el método de selección.

#### 4.0 COMPARACION DE DISEÑO CON ACERO Y CONCRETO

##### 4.1 CONCRETO

Para aquellos familiarizados con diseño de concreto, es relativamente fácil de entender el diseño en madera, debido a que las propiedades de la madera son muy similares a -- aquellas del concreto armado con barras rectas, sin refuerzo debido a corte, exceptuando de que la madera pesa la - quinta parte del peso del concreto.

Las cargas de trabajo de la madera en flexión, compresión y corte son muy similares a las de concreto armado y descontando los efectos del peso propio, se puede decir que las dimensiones de los miembros en madera son muy similares a los de concreto.

El concreto es un material relativamente barato de producir y comparando volumen a volumen, cuesta menos que la madera estructural y mucho menos por supuesto que madera laminada, de allí que respecto a costo, solamente puede competir con él, donde el peso propio del elemento estructural tiene algún significado. Esto ocurre obviamente en techados, vigas de techos pero no necesariamente en columnas. Una columna de concreto armado será más barata que la correspondiente de madera.

##### 4.2 ACERO

El acero posee mucho mayor uniformidad y su comportamiento a lo largo de los tres ejes es uniforme comparado con la - anisotropía de la madera, ésta puede alcanzar en compresión - sión paralela a su fibra tanto como 6 a 8 veces los valo - res de compresión perpendicular a la fibra. El corte de magdera presenta aproximadamente 1/10 de los esfuerzos en flexión. Estos números ilustran el hecho de tener la madera - diferentes propiedades en diferentes direcciones, de allí-

que diseñadores en acero tendrán mayor dificultad para con cebir espacialmente las estructura y los volúmenes de las edificaciones con madera.

#### 4.3 FUERZAS SISMICAS

No debe olvidarse que la madera es más resistente a cargas de corta duración (sismos y vientos) que aquellas cargas de carácter permanente, países como Australia, Inglaterra, EE.UU., etc. le otorgan a la madera a través de sus respec tivos Códigos de Diseño, valores de cargas de trabajo en - un 50% más altos para cargas de corta duración. La uniones estructurales por depender su comportamiento de la madera, siguen generalmente la misma tendencia.

Sumando todo ello al poco peso de la construcción, el com portamiento de una edificación de madera se presenta venta josa respecto a las de mampostería y/o concreto.

Prueba de ello es el incremento de construcciones de made ra en Chile (actualmente existen 25 fábricas de casas de ma dera) y Japón, donde casi la totalidad del área techada de dicada a vivienda es hecha de madera o productos a base de madera.

#### 5.0 ASPECTOS TECNICO-LEGALES

A pesar de que la madera ha sido utilizada como mate rial de cons trucción desde épocas inmemoriales, ha sufrido diferentes avan ces tecnológicos en las diferentes regiones del mundo. Mientras que en los países y bosques templados la madera ha permanecido - constantemente a la par del desarrollo tecnológico de la cons - trucción y por ende ha formado y forma parte de la gran gama de alternativas técnicas que dispone el hombre para construir, es - tan también los dispositivos técnico-legales desarrollados te - niendo en cuenta éste material. Sin embargo en otros países, so - bre todo en franja tropical del mundo y mas concretamente en -

los países en vías de desarrollo que a su vez poseen bosques con especies forestales tropicales y madera diferente a las de bosques templados, se produjo un estancamiento técnico de utilización y desarrollo del producto y a comienzos de nuestro siglo aparecen nuevos materiales de construcción que traen consigo todo un mundo nuevo en la tecnología de diseño y construcción, amparándose en normas y procedimientos legales y con un sistema completo de financiación, industrialización y comercialización resueltos.

Entonces la gran diferencia entre los países usuarios de madera como base para la construcción y nuestros países se presenta primero por el estancamiento tecnológico nuestro de quedarse en lo tradicional de la construcción con madera y sustituir el concepto de modernismo por el de nuevos materiales de construcción y tecnología moderna (concreto, acero, etc.) y por otro lado el gran avance técnico logrado en Europa y América del Norte en materia de ingeniería de la madera. De allí que nuestros Códigos de Diseño, Reglamentos de Construcción, etc., no sólo han olvidado mantener al día a la madera sino que la han relegado a un papel netamente decorativo y de carpintería de obra. Sin embargo, han incluido grandes consideraciones técnicas de los nuevos materiales y controlado y regulado su uso, abuso y responsabilidades correspondientes. Esto satisface plenamente a la parte legal de la construcción y dá plena confianza a la financiera, la cual permite que la industria y el comercio se desarrollen en torno a todo ello.

Por lo tanto si queremos poner al día a la madera como material competitivo y alternativo de construcción, hay que tratarlo como un material nuevo que se va a introducir en el mercado con todas las ventajas tecnológicas que tiene y sobre todo eliminando las trabas que la tradición e ignorancia han dejado en los actuales dispositivos técnico-legales de la construcción.

## 6.0 SECTORES RELACIONADOS CON EL DESARROLLO DE MATERIAL MADERA

### 6.1 SECTOR TECNICO

El cual identifica el material y define sus propiedades, - sus aptitudes a cambios físicos y químicos. Estudia su comportamiento ante sollicitaciones de cargas y la transmisión de ellos a otros elementos.

Define su seguridad y comportamiento con el tiempo, uso, - desgaste, etc., ofreciendo valores de diseño confiable.

### 6.2 SECTOR LEGAL

Basado en la técnica, en la industria y comercio se emiten normas de producción del material:

- Dimensionado
- Resistencia
- Clases u ordenamiento en grupos
- Medios de transformar sus características físicas y químicas.

Observada la bondad del material, sus máximos, sus limitaciones, cuidados y consideraciones especiales se emite normas constructivas y especificaciones que en su conjunto forman parte del Reglamento de Construcción, el cual muchas veces descansa o confía en los Códigos de Buena Práctica que han recopilado toda experiencia en el buen uso y cuidado del material.

### 6.3 SECTOR FINANCIERO

En muchos lugares la financiación de proyectos que incluyan nuevos materiales de construcción se realiza en forma experimental de mediano volumen una vez que se tiene al sector legal de acuerdo a la existencia de suficiente información para establecer las inspecciones y controles que el sector legal y financiero requieren.

Esto sirve para establecer las especificaciones técnicas - apropiadas al sector que aseguren la recuperación de la inversión a través del buen empleo del nuevo material. Así mismo debe eliminarse toda duda de la poca o no permanencia - de la edificación (construcción temporal) que tendría tratamiento financiero diferente.

Los seguros juegan un papel muy importante pues son los - agentes técnicos evaluadores del nuevo producto y de las - nuevas técnicas. Deben ser revisadas las distintas formas de aportación durante la ejecución de la obra, si se trata de prefabricación, determinadas las obligaciones y benefi- cios, los tiempos de ejecución en obra y porcentajes del - costo total. En resumen todos los factores en que el nuevo sistema difiere del tradicional a fin de obtener una armo- nía similar a la existente entre los sectores.

#### 6.4 SECTOR INDUSTRIAL O DE PRODUCCION

Sucede en la mayoría de los casos que este sector es pione- ro en la introducción de nuevas técnicas y ha intentado su introducción antes de aparecer las reglamentaciones prove - nientes de la investigación.

Sin embargo sólo después de asegurarse una financiación só- lida se puede hablar de desarrollo en la producción y allí es cuando aparecen las nuevas técnicas industriales de -- transformación de material y abaratamiento de costos inclu<sup>í</sup> dos los controles de calidad, etc., todas las técnicas que el sector investigación esbozó y predijo pero no tuvo la - oportunidad de probar industrialmente.

#### 6.5 SECTOR COMERCIO

Que se desarrolla automáticamente al haber demanda y produc<sup>í</sup> ción industrial, pero que hay que educar; primero estable - ciendo las reglas del juego tanto en calidad y costos como en cumplimiento de entrega y luego normalizando toda la ope<sup>í</sup> ración.



Como resultado es de esperar establecer sistemas confiables de comercialización del nuevo producto.

## 7.0 DESARROLLO DEL USO DE MADERA EN CONSTRUCCION

Si observamos el diagrama que se adjunta veremos que de los temas anotados en cada sector algo se ha hecho, habiendo mucho - mas labor en el sector técnico y parte del legal. El sector financiero no ha sido tocado aparentemente pues es práctica normal con otros materiales que las especificaciones técnicas apropiadas y los controles e inspecciones se deriven de la reglamentación aprobada por las autoridades competentes. Así el reglamento de construcción aprueba por ejemplo el Código Eléctrico y al poco tiempo el sector financiero y sus técnicos basándose en ello emiten sus propias especificaciones (muy similares) ajustadas a sus requerimientos.

Revisándose, por ejemplo, los reglamentos de construcción de muchos de los países de América Latina se ha observado que la madera como material moderno de construcción, con todas sus características, bondades y problemas de uso no ha sido incluida. En algunos casos sólo hay vestigios de reglamentación técnica de las épocas artesanales y en otros casos se le limita el uso, se restringen las dimensiones y hasta se le prohíbe expresamente.

Es por ello que surge la idea de tener un Código de Práctica que a la vez que ilustre específicamente cada paso en el diseño de construcciones con madera, determine pautas muy precisas de cálculo y manufactura, dando lineamientos constructivos adecuados al material. Todo ello tendiendo a ilustrar y guiar al diseñador, constructor, usuario y autoridades evaluadoras y controladoras de la buena práctica profesional.

Para el caso de la madera deben tocarse algunos puntos específicos de los siguientes aspectos técnicos de un reglamento:

- a) Alcances y limitaciones

- b) Urbanismo
- c) Diseño y cálculo estructural
- d) Aspectos arquitectónicos
- e) Consideraciones especiales de electricidad y aspectos sanitarios
- f) Recomendaciones constructivas.

ANEXO No. 1

LA MADERA EN LA HISTORIA

LOS PRIMEROS TIEMPOS

El uso de la madera como material de construcción probablemente precedió al de la piedra. Los nómadas de las épocas prehistóricas, cuando no podían encontrar cavernas donde guarecerse, debieron preferir construir chozas de ramaje cubierto de lodo o pieles a la difícil labor de levantar muros de piedra.

Dada la relativamente escasa durabilidad de la madera no se han conservado restos de estos primeros albergues. Sin embargo, existen testimonios que de una manera indirecta permiten reconstruir sus características generales. En algunos casos se han encontrado huellas de elementos de madera en los suelos en que estaban empotrados: la madera ha desaparecido pero queda su impresión.

Un estudio de las habitaciones de los pueblos primitivos de la actualidad nos ayuda a adivinar cómo fueron estas antiguas construcciones. En la transparencia se ilustran algunos detalles de unión usuales. Detalles semejantes perduraron hasta que se desarrolló la metalurgia, se inventaron el clavo, el tornillo y el perno, y se empezó a utilizar herramientas metálicas. Los únicos recursos con que contaron los antiguos constructores fueron hachas, cuñas y cuchillos de piedra, posiblemente sierras de hueso, y, para amarrar, cordaje de tiras de cuero o de materiales de origen vegetal. Para cortar varas quizás se recorría al fuego.

A medida que los pueblos se volvían sedentarios sus construcciones adquirían características más permanentes. En lugar de ramaje se utilizaron troncos. La propia naturaleza indicaba el camino: el árbol vivo sugiere la columna; el árbol caído, la viga. El empleo de elementos pesados para los muros y techos condujo a viviendas de planta rectangular. Un ejemplo de la época paleolítica es el de las huellas de seis viviendas rectangulares, de tres metros de ancho por doce de longitud, descubiertas en Rusia. Estas construcciones estaban hundidas en el suelo hasta una profundidad de unos tres metros. Se entraba en ellas por una rampa. Las paredes estaban forradas de troncos y el techo estaba formado también de troncos cubiertos con tierra. Se atribuye a estas estructuras una antigüedad de unos 20000 años. Todavía hoy se construyen en Siberia viviendas semejantes, muy apropiadas para climas fríos.

Los sistemas a base de troncos horizontales predominaron en los lugares donde abunda la madera como en gran parte del norte de Europa. En ellos tuvo su origen la técnica desarrollada en los países escandinavos y otras regiones, que se caracterizaba por la forma de unir los troncos en las esquinas por medio de ranuras. El sistema constructivo era sencillo como se aprecia. La estructura del techo solía hacerse con elementos más ligeros. El sistema fue introducido en los Estados Unidos por los colonizadores escandinavos y fue adoptado por los pioneros que poblaron las regiones del oeste, bajo la conocida forma del "log-cabin". Una de las razones de su éxito fue que no requería clavos, cuyo costo fue elevado hasta que su fabricación se industrializó. Aún hoy se sigue utilizando en la construcción de edificios de recreo de estilo rústico.

Los sistemas de arzones de postes y vigas de madera fueron comunes en regiones de recursos forestales limitados. Los postes solían empotrarse directamente en el suelo. Los espacios entre los postes se rellenaban con ramaje entrelazado y lodo ("wattle and daub" en la terminología inglesa) y, en tiempos posteriores, con diversos tipos de mampostería.

Una variante interesante es la de los palafitos, viviendas construidas en los lagos sobre estacas o postes. El ejemplo más conocido corresponde a los restos de una población descubiertos en el lago Zurich, Suiza. Otro poblado lacustre fue Glastonbury, en Inglaterra. Ruinas de estructuras semejantes existen también en Italia e Irlanda. En la ilustración se da una idea de las características generales de los poblados lacustres. Hoy se encuentran construcciones semejantes en las marismas de Portugal, en Oceanía y en algunas regiones de América del Sur y de África.

En las regiones mediterráneas y del cercano Oriente, a pesar de que la madera era más escasa que en el resto de Europa, desde los tiempos muy remotos fueron usuales las construcciones con arazón de madera y relleno de mampostería rústica, arcilla o ladrillos cocidos en hornos. Aún en los casos en que los muros se construían exclusivamente de mampostería, los techos y pisos solían hacerse de madera. En la ilustración se reproduce una vivienda de este tipo en Ur, de aproximadamente el año 2000 a. de J.C. Se aprecia la semejanza con sistemas constructivos utilizados hasta épocas muy recientes tanto en las regiones mediterráneas como en América Latina.

## AMERICA LATINA PREHISPANICA

En las construcciones del apogeo de la civilización teotihuacana predominaron el adobe y la mampostería. Sin embargo, la madera se empleaba como refuerzo de muros y columnas, de la misma manera que hoy se refuerza el concreto simple con acero. También se empleaba madera para formar techos planos de vigas de madera, palos redondos y carrizo recubiertos de tierra.

Una peculiaridad de los sistemas constructivos del Valle de México fue el uso de estacas cortas de madera para cimentar estructuras pesadas sobre los poco resistentes suelos arcillosos propios de la región. Todavía se encuentran restos de estas estacas en las excavaciones que se efectúan en el centro de la actual ciudad de México.

La piedra es el material predominante en las grandes construcciones de los mayas. En algunos casos se usaban piezas de maderas duras para formar los dinteles de las entradas de los templos. Algunas de estas piezas se han conservado hasta nuestros días.

Un ejemplo notable de la persistencia de una forma estructural es el de la choza típica de Yucatán, de planta ovalada, muros encalados formados por varas, varaje entrelazado y barro, y techo de dos aguas formado con paja u hoja de palmera. Las chozas, de este tipo, que todavía abundan en Yucatán, son semejantes a las que aparecen representadas en los frisos y pinturas de las poblaciones mayas y en los dibujos de los códices.

## LA EPOCA CLASICA

Como en otras regiones, en los países mediterráneos los primeros edificios fueron de madera. Esto puede apreciarse en las características de las grandes estructuras de piedra de la Edad de Oro de Grecia que reflejaban los elementos constructivos propios de las estructuras de madera, esencialmente la columna y el dintel. Aunque la piedra era el material dominante en los muros de estos edificios, la madera siguió utilizándose para formar los techos, al igual que en las construcciones más antiguas, por su capacidad para salvar grandes claros.

Entre los romanos las aplicaciones estructurales de la madera comienzan a mostrar ciertos refinamientos técnicos. En la época de Augusto, Vitruvio, en su tratado "De Architectura", dio recomendaciones sobre las aplicaciones más convenientes de las diferentes especies de árboles, el corte de la madera y su uso en la construcción.

Mientras que los griegos se limitaban a usar la madera para columnas y dinteles, los romanos llegaron a utilizar, en forma intuitiva, el principio de la armadura, como en la antigua basílica de San Pablo en Roma, con un claro de más de 23 metros.

La madera fue un material esencial en las construcciones militares de los romanos. Los troncos labrados con sección cuadrada fueron el elemento básico para la construcción de los barracones y empalizadas de los campamentos y fortificaciones.

#### LA EDAD MEDIA

La Edad Media es la época del florecimiento del uso de la madera como material estructural. En el norte y centro de Europa, la madera fue el material predominante en la construcción de viviendas y estructuras menores de todo tipo. La piedra se reserva para las construcciones monumentales. Aún en las regiones mediterráneas donde fue siempre más escasa que en el norte, se sigue utilizando la madera como refuerzo de muros y para techar.

Pero fue quizás en las Islas Británicas donde el uso de la madera alcanzó el máximo refinamiento artesanal y artístico. De las rudimentarias chozas de los primeros tiempos se derivaron durante la Edad Media diversos sistemas constructivos.

Una primera modalidad peculiar de Inglaterra fue la casa de "crucks". Los "crucks" eran piezas curvas labradas de troncos de árboles con la forma apropiada, con las cuales, partiéndolas por la mitad, se formaba una especie de arco. Estos arcos constituían los elementos resistentes fundamentales. Para las uniones se utilizaban pijas de madera dura. Los muros, que podían ser de carrizos o ramaje con barro, no solían contribuir a soportar el techo, que se hacía de paja o, menos frecuentemente, de algún material. El sistema se empleó durante siglos tanto para viviendas como para graneros, establos y edificios semejantes. Aún hoy perduran algunos ejemplos.

Cuando la madera empezó a escasear, la construcción con "crucks" fue desplazada por sistemas a base de poste y dintel, que requería menos madera y permitían el uso de piezas de menor sección. Este fue el origen de las típicas construcciones medievales de armazón de madera aparente y muros de relleno de ramaje y barro o algún tipo de mampostería, que todavía se conservan en las antiguas poblaciones tanto de Gran Bretaña como de gran parte de Europa.

En las iglesias y otros edificios de cierta importancia, fue en la construc-

ción de los techos en que se combinaba la piedra con la madera donde la inventiva y el sentido artístico de los artesanos ingleses se manifestaron en formas notables.

Otro uso de la madera durante el medioevo inglés, menos espectacular que algunos de los descritos, pero sin embargo, interesante, fueron los edificios para actividades relacionadas con la agricultura. Muchos de los graneros y establos construidos en Estados Unidos y Canadá desde la época de los primeros colonizadores hasta nuestros días muestran influencias de las antiguas estructuras inglesas.

#### EL NORTE DE EUROPA

En las Islas Británicas la progresiva escasez de madera impuso restricciones a su uso como material de construcción ya en la Edad Media. En las construcciones ordinarias se utilizaba en combinación con mampostería para formar los muros. En las iglesias y palacios los muros eran de piedra y la madera se reservaba para los techos. En los países del norte de Europa, donde no se hizo notar la escasez de madera, la madera siguió siendo el material de construcción por excelencia, incluso para estructuras de tipo monumental. Las aplicaciones más interesantes son las iglesias de postes ("staves") de los países escandinavos y las iglesias rusas.

El sistema estructural de las iglesias escandinavas que predominó de los siglos XI a XIV, se basaba en el uso de piezas verticales de carga rigidizadas en su parte superior por elementos formando algún tipo de triangulación. Para encerrar el espacio se utilizaban tablas. Generalmente los postes se apoyaban sobre zapatas de piedras en lugar de estar hincados directamente en el suelo, como en edificios de épocas anteriores, lo que favoreció su durabilidad. Todavía se conservan algunas iglesias de este tipo.

Las iglesias rusas, se caracterizan por su planta octagonal y las formas caprichosas de sus cúpulas. Los muros solían construirse con troncos horizontales. Una de las más famosas, es la Iglesia de la Transfiguración, erigida en Kizhi, Carelia, en 1714.

## DEL RENACIMIENTO A LA EPOCA MODERNA

En los siglos posteriores al Renacimiento pueden observarse importantes cambios en los usos estructurales de la madera. Con Galileo, Coulomb, Euler, Newton, Young, Hooke y otros se empieza a establecer los principios científicos para el análisis racional del comportamiento de los materiales y de las estructuras. En Francia, el conde de Buffon prueba cientos de vigas de madera para el Ministro de Marina de Luis XV. En 1792, Belidor publica "La Science des Ingenieurs", el primer texto sobre ingeniería con una base científica.

El siglo XIX se caracteriza por la mecanización de la producción industrial, proceso que se refleja en las aplicaciones estructurales de la madera. La industrialización de la fabricación de clavos, que antes se producían por métodos artesanales, hacen que éstos se vuelvan fácilmente asequibles a costos bajos, lo que simplifica notablemente la unión de piezas de madera. Se extiende también el uso de tornillos. La sierra en sus diversas formas tiende a reemplazar al hachazo se inicia la producción en serie de piezas de sección estándar por métodos mecanizados. Como consecuencia de estos adelantos técnicos surge ya a mediados del siglo XIX el concepto de prefabricación: en 1854 se exhiben en la Exposición Internacional de París unas casas prefabricadas desmontables.

### Estados Unidos y Canadá

Mientras que en Europa, en general, a partir del Renacimiento, el uso de la madera tiende a decaer a medida que disminuyen los recursos naturales y aparecen nuevos materiales de construcción, en los Estados Unidos, la madera conserva considerable importancia hasta nuestros días, especialmente en la producción de viviendas.

Los edificios de armazón de madera y rellenos de mampostería construidos por los primeros pobladores del este de los Estados Unidos reflejan la influencia de los sistemas de construcción ingleses.

En la ilustración se reproduce un ejemplo de casa de armazón de madera ("frame house") con revestimiento de tablas de madera, del tipo usual en Nueva Inglaterra y otras regiones de los Estados Unidos. Se muestran también detalles típicos de revestimiento.

El sistema "armazón de globo" ("balloon frame") fue desarrollado alrededor de 1830. Es una forma evolucionada de las casas de armazón ("frame houses") de Nueva Inglaterra, en la que las piezas robustas de éstas son sustituidas por piezas ligeras de sección estándar, unidas por clavos y dispuestas a distancias rela-



tivamente pequeñas. Fue la introducción de la fabricación en serie de clavos lo que determinó el éxito del sistema de "armazón de globo". Su sencillez y ligereza hizo que su uso se extendiera por todas las regiones del norte del continente.

Una consecuencia del éxito de la construcción de "armazón de globo" fue el desarrollo de la industria de viviendas prefabricadas de madera. En los Estados Unidos existían ya en 1860, varias empresas que enviaban por ferrocarril componentes prefabricados para viviendas. Para 1880 la prefabricación de edificios de madera de diversos tipos se había convertido en una gran industria, cuya importancia ha seguido creciendo hasta nuestros días.

#### AMERICA LATINA

A su llegada a América los españoles también tuvieron a su disposición importantes recursos forestales. Sin embargo, en su país de origen, el uso de la madera, por su escasez, no estaba tan arraigado como en Inglaterra, en la construcción predominaba la mampostería y la aplicación de la madera solía estar restringida al refuerzo de muros y la formación de distintas modalidades de techos y pisos. Por otra parte, se encontraron con una cultura en que las estructuras monumentales eran de piedra mientras que el uso de la madera por regla general estaba restringido a la construcción de las viviendas más modestas. Dadas estas condiciones fue natural que los edificios que levantaron los colonizadores españoles reflejaran las técnicas constructivas de su país de origen, tanto por tradición, como para aprovechar la experiencia en la construcción con piedra de los habitantes. Así en las construcciones importantes de la Colonia predominaba la mampostería en los muros y en las bóvedas, mientras que para los pisos y algunos techos se utilizan grandes vigas de madera que soportan diversos materiales. Estos sistemas constructivos perduraron hasta bien entrado el siglo XIX, cuando se introduce el acero como material estructural.

En la arquitectura popular la madera llega a adquirir cierta importancia en algunas regiones. Un sistema constructivo todavía muy utilizado para techos y pisos es el de la llamada "bóveda catalana", consistente en vigas que soportan dos o más capas de ladrillos unidos con mortero de yeso. En algunas regiones la madera se utiliza como material principal aunque en forma bastante rudimentaria. Para los techos se emplea tej, lámina o tejamanil. En algunas regiones las casas se construyen de troncos con techos de tejamanil o lámina.

## LA EVOLUCIÓN DE LOS PUENTES DE MADERA

Desde los tiempos remotos los puentes han sido uno de los campos de la ingeniería estructural en que la madera ha encontrado aplicaciones mas interesantes.

Los primeros puentes consistieron en troncos de árboles tumbados sobre un arroyo o un barranco. Una variante interesante es la construcción en voladizo, utilizada por los galos y los chinos de la antigüedad. Para salvar claros mayores que los posibles con los troncos se desarrollaron armaduras sencillas. En la ilustración se muestra la forma en que quizás evolucionaron, de manera intuitiva, las primeras armaduras para puentes.

Los romanos construyeron puentes de madera de considerable importancia. Para su invasión de Alemania, Julio Cesar tendió un puente de caballetes y vigas sobre el Rin, con una longitud total de unos 400 metros, en el breve plazo de diez días. Mas interesante desde un punto de vista estructural, fue el puente construído sobre el Danubio por Apolodoro de Damasco, en el año 99 d. de J.C., durante el reinado de Trajano. Las características generales de este puente pueden deducirse de un detalle grabado en la Columna de Trajano. Apolodoro aprovecho el principio de la triangulación para formar armaduras de madera apoyadas sobre arcos también de madera. El ancho de la calzada era de aproximadamente 6.60 metros y la longitud total del puente, unos 1.200 metros divididos en veinte tramos.

En el Renacimiento, Palladio, que ya fue mencionado en la sección 3.6 en relación con el uso de armaduras para techar, aplicó este tipo estructural a la construcción de un puente sobre el río Cismona con características muy parecidas a las de algunos puentes de armaduras modernos.

Durante el siglo XVIII los suízos construyeron una serie de puentes de madera, algunos de ellos con claros muy notables. En estas estructuras se recurrió a armaduras triangulares. Sin embargo, como aún no se tenía una idea clara de los principios de la triangulación, las armaduras se combinan con arcos, una forma estructural de eficacia comprobada a través de la experiencia acumulada durante siglos de aplicación en la construcción de obras de mampostería. Otra característica de estos puentes fue el empleo de cubiertas como protección contra la acción de la intemperie, no sólo de los usuarios, sino también de las conexiones, la parte mas vulnerable de las estructuras de madera. El ejemplo mas notable fue el puente construído en Schaffhausen por un carpintero, Ulrich Grubenmann, con un claro de mas de 120 metros, quizás uno de los mayores jamás alcanzado con una estructura de madera.

En Inglaterra todavía en el siglo XIX se construyeron algunos puentes de ma-

dere sobre todo para ferrocarril. I. K. Brunel desarrolló un sistema de vigas apuntaladas por abanicos desplazados sobre pilas de mampostería y otro a base de armaduras ligeras.

En los Estados Unidos, la madera, por su abundancia, siguió siendo el material preferido para la construcción de puentes hasta bien entrado el siglo XIX. A pesar de que los primeros puentes fueron proyectados por métodos empíricos los constructores americanos lograron soluciones de gran ingenio con las que salvaban claros importantes.

Los primeros puentes americanos fueron de vigas o arcos sobre caballetes de madera. Pronto se empezó a emplear armaduras trianguladas, combinadas de alguna forma con arcos.

Tres ejemplos notables de los puentes de esta primera época fueron el "Puente Permanente", en Filadelfia, el "Coloso", también en Filadelfia y el "Waterford", construídos respectivamente por Timothy Palmer, Lewis Wernwag y Theodore Burr.

Como se ha visto, las primeras estructuras importantes para puentes combinaron los principios del arco y la armadura. En 1820 Ithiel Town patentó un sistema estructural en que se prescindía del principio del arco, lo que eliminaba los empujes horizontales sobre los estribos. Consistía este sistema en una armadura formada por tablonces diagonales cruzados para el alma y piezas horizontales para las cuerdas superior e inferior, constituyendo el conjunto una especie de celosía. Las armaduras de Town, con las que se llegó a salvar claros hasta de 60m, fueron muy utilizadas sobre todo en puentes para ferrocarril. Su éxito se debió a su sencillez. Las piezas del alma eran tablonces de dimensiones relativamente pequeñas, fáciles de conseguir, que podían unirse con clavos y pernos ordinarios. Las armaduras se colocaban a cada lado de la calzada, que generalmente se techaba.

El Teniente Coronel Long patentó en 1830 una armadura para puente más parecida a las usuales en épocas más recientes. Las piezas eran más robustas y más espaciadas que las de las estructuras de Town.

En 1840 W. Howe patentó un sistema en que se utilizaba hierro forjado para los miembros verticales y madera para los demás elementos. Poco después T. y C. Pratt patentaron un sistema semejante en que el hierro forjado se utilizaba para los miembros diagonales.

Al igual que los puentes suízos del siglo XVII los puentes de madera de los Estados Unidos se protegían con techumbre y costados. Aún hoy siguen funcionando algunos puentes cubiertos.

En el siglo XIX, es el siglo de los ferrocarriles. Una de las cosas que hizo

posible la rápida expansión de la red de líneas fue el desarrollo de los puentes de caballete de madera. Un ejemplo famoso fue el Viaducto de Portage en el Ferrocarril Eire, con una altura de más de 20 metros, construido en 1851, en un plazo de un año. Estructuras semejantes todavía se siguen utilizando.

En los Estados Unidos, a pesar de que en años recientes el acero y el concreto han pasado a ser los materiales preferidos para la construcción de puentes, la madera continúa desempeñando un papel significativo. Han contribuido a mantener la madera como material económicamente competitivo, el desarrollo de la madera laminada, el mejoramiento de los tratamientos para aumentar la durabilidad de la madera y el empleo de métodos de prefabricación. En los parques de los Bosques Nacionales de los Estados Unidos se encuentran en servicio más de 7.500 puentes de madera. La longitud total de los puentes hechos de madera de las compañías de ferrocarril es superior a 2.400 kilómetros. Los puentes comúnmente usados para ferrocarriles son a base de caballetes, que soportan vigas de madera.

Recurriendo al uso de estructuras de madera laminada se han logrado construir puentes carreteros con claros del orden de 50 metros, como el de Keystone Wye, en Dakota del Sur. En el Canadá el uso de la madera para puentes está aún más extendido.

ANEXO Nº 2

ESTADO ACTUAL DE LA CONSTRUCCION CON MADERAS

En la actualidad, la región cuenta con una industria forestal mediana, formada principalmente por productores de madera aserrada y contrachapada. En ambos casos el nivel de tecnificación es deficiente, especialmente en la extracción, influyendo en los costos finales, que resultan muy elevados.

Cuenta también con los organismos técnicos básicos como las Facultades de Ingeniería Forestal, el Instituto de Investigaciones Forestales y el Servicio Forestal aunque aún se hallan en la etapa inicial de sus actividades y sus posibilidades son reducidas, especialmente en el campo industrial y productivo.

Por otro lado se cuenta con una industria capaz de encarar los problemas de construcciones del país, asesoradas por organismos técnicos y académicos que pueden formar satisfactoriamente los cuadros humanos necesarios.

Sin embargo, faltan las necesarias vinculaciones entre estos dos campos de trabajo, siendo menos notoria esta anomalía en el sector privado que en el sector público. A nivel oficial parece no existir, aún, los contactos preliminares y mucho menos los acuerdos encaminados a lograr la integración entre el sector productor y el consumidor.

Finalmente, entre las reglamentaciones municipales o técnicas que norman la construcción en general, tampoco se ha otorgado la necesaria atención a la madera.

### PROGRAMAS BASICOS

Para lograr el aprovechamiento óptimo de las riquezas forestales se requiere una labor coordinada entre las diferentes instituciones que actualmente trabajan con ellas, planificando y encauzando las decisiones a tomar.

Los campos de trabajo que deberán ser tomados en cuenta, en especial, son los siguientes:

a) Investigación y usos:

Orientada a determinar los sistemas de construcción más adecuados a las propiedades de las diferentes especies o grupos de especies con que se cuenta. Para ello se requiere coordinar los trabajos de las entidades dedicadas fundamentalmente a la tecnología de los productos forestales y a las encargadas de investigar los métodos constructivos.

b) Normas de producción y de construcción:

Estas normas son imprescindibles para garantizar la fabricación de productos normalizados, para ello es necesario coordinar la investigación de usos, de producción y las experiencias prácticas de ambos e introducir gradualmente las normas de la industria.

Las normas de construcción también son los resultados de investigaciones y prácticas, no se tienen actualmente y posiblemente no serán necesarias al principio, cuando el problema principal es lograr una rápida introducción en todas las esferas del consumo.

Es preferible entonces, iniciar la reglamentación con normas básicas y generales, referidos especialmente a ciertas condiciones sanitarias y de seguridad general. De esta manera podrán evitarse los abusos de las características del material y de sus posibilidades.

Lograda la aceptación, la madera deberá contar con normas que garanticen su uso y su permanencia. Los avances actuales en las técnicas de clasificación permiten esperar métodos prácticos de medición de las características físicas y mecánicas de la madera en una forma directa.

EXTENSION Y PROMOCION

La publicidad, en sus diferentes facetas y niveles, es un poderoso auxiliar de la técnica y de la industria, y lo es mucho más en este caso en que se requieren cambios en la mentalidad popular.

La historia nos muestra muy pocos intentos de promover o realizar labores de extensión técnica tanto por parte de la industria como de los organismos oficiales, los escasos programas planteados han sido poco técnicos, sin continuidad ni las repeticiones necesarias.

Es importante contar con instrumentos de divulgación técnica, como revistas, boletines u otras publicaciones que actualmente no disponen los arquitectos o ingenieros, a fin de hacerles llegar los logros de la técnica de la madera y los continuos avances en las investigaciones.

Será necesario crear programas de promoción y divulgación, bajo una política coordinada que permita obtener y mantener a la madera en condiciones de competitividad con los otros materiales de construcción.

### RESUMEN Y RECOMENDACIONES

Los siguientes puntos solamente tienen la intención de concentrar los conceptos importantes, es decir, no deberán ser considerados como conclusiones finales, por razones obvias.

1. Contamos con un material que lejos de haber sido superado, cuenta actualmente con un auge creciente en el mundo entero, debido a la creación de nuevas técnicas y a la invención de nuevos productos a base de ella, que explotan mejor sus cualidades y permiten obtener mejores resultados desde el punto de vista arquitectónico-construtivo, a un costo competitivo.
2. Nuestros recursos naturales de madera son suficientes para cubrir nuestras necesidades, por mucho tiempo, y pueden ser incrementadas con programas de forestación y reforestación selectivas.
3. Existen los organismos fundamentales para encarar una política entre el desarrollo de la industria forestal y el uso de sus productos para la construcción.

Solamente faltan los contactos que puedan promover planes coordinados de trabajo y completar y reforzar esas mismas instituciones.

La política general debería reflejar los siguientes aspectos fundamentales:

- a) Lograr facilidades para las instituciones académicas y técnicas que se dediquen a estudiar la madera como material de construcción.
- b) Proteger inicialmente a las industrias forestales nacionales, y - obligar cuando menos moralmente a las entidades estatales y utilizar sus productos en las obras que requieren la madera.



- c) Promover la utilización de la madera en todos los niveles y tipos de construcción.
- d) Propiciar la capacitación y especialización de los profesionales y técnicos relacionados con la producción de productos de madera y sus usos en la construcción.

**DESARROLLO DE SISTEMAS  
COMERCIALES CONFIABLES**

- COSTOS
- CUMPLIMIENTOS

**IDENTIFICACION  
PROPIEDADES FISICO-MECANICAS  
SECADO  
PRESERVACION  
UNIONES  
TABLAS DE DISEÑO**

**COMERCIO**

**TECNICO**

**USO DE  
LA MADERA  
EN  
CONSTRUCCION**

**PRODUCCION**

**LEGAL**

**FINANCIERO**

**NORMAS**

- DIMENSIONES
- RESISTENCIA
- CLASIFICACION
- SECADO
- PRESERVACION

**DIMENSIONES Y  
TOLERANCIA**

**CLASIFICACION**

- ESTRUCTURAL
- CONSTRUCCION

**TECNICAS SECADO**

**TECNICAS PRESERVACION**

**REGLAMENTO DE OBRAS**

**CODIGOS DE PRACTICA**

**ESPECIFICACIONES**

**TECNICAS AD-HOC**

**REGLAMENTO DE SEGUROS**

**INSPECCIONES**

A N E X O N o. 3

I N D I C E

		<u>Pagina</u>
	Sumario	36
1.0	Introducción	37
2.0	Techos de madera en países en desarrollo	40
3.0	Coberturas	46
4.0	Uniones	47
5.0	Prefabricación	49
6.0	Costos	51
7.0	Recomendaciones	53

## S U M A R I O

El documento presenta los sistemas mas utilizados en la construcción de techos de madera de uso doméstico, agrícola e industrial en algunos países en desarrollo. Describe la utilización de algunos elementos de unión mas comunes y opina sobre el empleo de adhesivos en ésta parte del mundo.

Presenta diagramas de soluciones adoptados incluyendo un índice de consumo de madera, referido posteriormente a un costo elemental comparable entre sí y con soluciones de otros materiales.

Describe algunos sistemas de coberturas mas usados y finalmente recomienda la producción de ayudas de diseño y especificaciones técnicas para incrementar la utilización de madera en las áreas mas necesitadas de los países en desarrollo.

1.0

INTRODUCCION

Las construcciones con madera en países en desarrollo están vinculados históricamente con las construcciones antiguas de los almacenes e instalaciones portuarias, con los techos coloniales, republicanos hasta inicios del siglo actual. Asimismo están ligados en las zonas agrícolas y rurales a las especies de madera de la localidad y época.

Sin embargo la llegada del concreto y desarrollo de la soldadura en el acero han introducido éstos nuevos materiales desplazando a la madera y estancando su desarrollo en la mayoría de los casos.

En general la mayoría de los países en vías de desarrollo poseen recursos forestales que han venido siendo usados de alguna forma para la solución de los problemas constructivos. El uso de dicho recurso se limitó al tradicional de casas y cobertura propias del habitante rural ó sub-urbano una de cuyas características más saltante es el uso del método de tanteos sucesivos para la obtención de una construcción segura.

Esto indudablemente representó un gran desperdicio del material y poco empleo técnico de los elementos de unión para una mejor distribución de las cargas en los elementos.

Las áreas rurales generalmente están alejadas de los centros urbanos donde la técnica y mano de obra especializada se concentra.

Las áreas rurales no cuentan con caminos de acceso fáciles que permitan transportar partes y piezas de construcciones pesadas.

Son ejemplo un poste de conducción de energía o de comunicaciones es muy difícil de llevar a lugares remotos si es de acero o concreto, muchas veces el medio de transporte es solo usando bestias de carga.

En el desarrollo rural, muchas veces la inversión principal es la destinada a la infraestructura, por ejemplo una planta seleccionadora de fruta para consumo no requiere si no de un buen techo y mesas transportadoras; - asimismo en una granja avícola de carnes la inversión mayor está en el galpon, el cual debería ser durable y resistente, de tal suerte que pueda ser objeto de financiación.

Por otro lado las entidades de crédito deben aprender a valorar una construcción con madera, decir cuando está bien hecha, su duración, la buena práctica del constructor, etc. La estimación de costos, las formas de controlar las entregas parciales de dinero, etc., que para el caso de las obras de madera difieren en muchos aspectos de las construcciones con otros materiales.

El mundo de la tecnología de la madera se ha avanzado mucho en los países desarrollados y se ha defasado el conocimiento y la experiencia respecto de las zonas del mundo en vías de desarrollo, asimismo la profundidad del conocimiento entre ambos sectores es distinta, así como lo son la naturaleza de sus especies forestales.

Sin embargo los esfuerzos realizados y las necesidades surgidas en las áreas marginadas, remotas y de mayores necesidades de los países en desarrollo coinciden en el punto de aplicación. Es decir estamos en el momento -- preciso de propulsar el uso racional de la madera para solucionar la mayoría de las necesidades de construcción de

dichas áreas geográficas y a dichas poblaciones.

Es tarea de quienes entienden el significado de la utilización apropiada de un recurso propio el dar a conocer, impulsar, ayudar a desarrollar conocimientos y experiencias técnicas que ayuden a conseguir tal fin

## 2.0 TECHOS DE MADERA EN PAISES EN DESARROLLO

### 2.1. Consideraciones de climas y cargas

El clima en los países en desarrollo generalmente de cá lido, tropical a templado, produciéndose cargas de lluvia y viento moderado en la mayoría de los casos. Las cargas pesadas como nieve por ejemplo rara vez ocurren aun en áreas elevadas de cordillera. Casos muy aislados de construcciones para la minería de altura soportan cargas de nieve.

En muchas áreas, la lluvia no representa ningún problema pues no se presenta con intensidad ni frecuencia, asimismo vientos huracanados son raros o inexistentes. Por el contrario en esas áreas se presentan sismos con relativa frecuencia.

### 2.2. Tipos de Techos

#### a) Uso Doméstico

Urbano y rural, se destina a casas, graneros y techados de uso múltiple para herrería, carpintería, agrícola, almacenes etc. Se caracteriza por techo de arcilla-cocida (teja española), palma ó paja, luces no mayores de 6 metros y generalmente de tipo tradicional de poste y viga o largueros y viga cumbreira. Sobredimensionada por carecer de diseño técnico de los elementos y ningún diseño de uniones.

#### b) Uso Agrícola

Semi urbano y rural, generalmente destinado a granjas avícolas, porcinas y vacunos.



Tradicionalmente solucionado el problema de luces mayores de 6 mts. con un poste central. En esa época se usaba ma dera importada para granjas de gran volúmen, en algunos - casos perfiles de acero y muy rara vez columnetas de concreto. En el caso de granjas pequeñas se usa caña y madera redonda del lugar, con uniones muy rudimentarias, en algu nos casos amarres con sogas o tiras de cuero.

En algunas regiones han aparecido granjas prefabricadas - de madera que incluyen conceptos modernos de uniones y - elementos estructurales auxiliares, como tirantes y patas de gallo ó rigidizadores diagonales.

Estos sistemas debieron competir con los tradicionales en costo y se ha usado el concepto del "Diseño a la Rotura"- literalmente hablando. Es decir los coeficientes de seguridad son llevados al límite máximo y el control de calidad es dado al final de la construcción. Si hay piezas - que se llegan a romper o deflectar excesivamente se reemplazan por otras.

La falta de planos típicos y especificaciones técnicas - apropiadas para éstos usos es notoria entre los diseñadores, fabricantes y usuarios de las construcciones agrícolas, generalmente lo único que se puede conseguir es algún intento de diseño adaptado al medio sin ser técnica-- mente aceptable ni económico.

### c) Uso Industrial

Al igual que los usos antes mencionados la madera - se dejó de usar al aparecer el acero y la tecnología del concreto.

Sin embargo hay todavía ejemplos de construcciones industriales de madera en las cuales se emplea con diseños, valores estructurales y hasta material importado o extraído a los países en desarrollo.

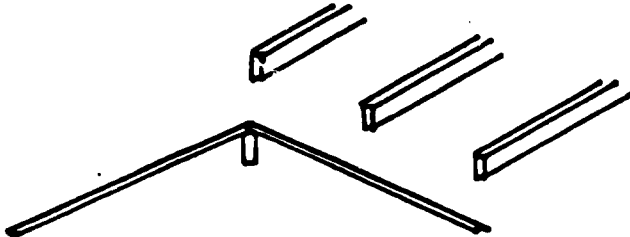

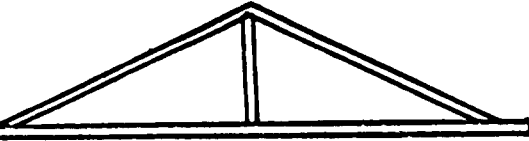

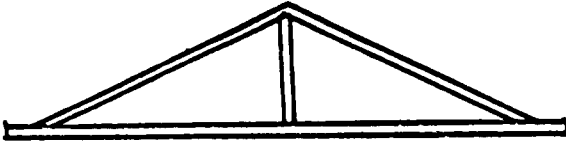
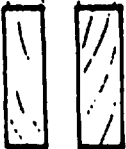
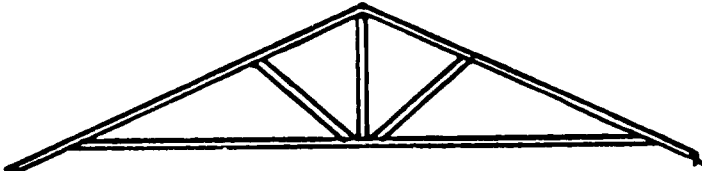
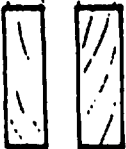
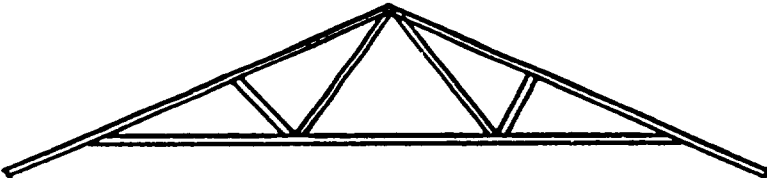
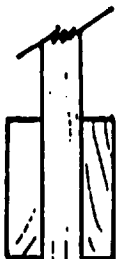
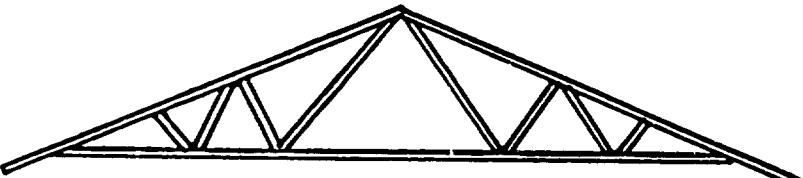
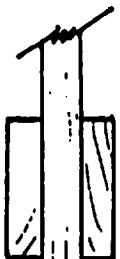
Recientemente se han empezado a usar en pequeña escala técnicas modernas para el uso de especies nativas en construcciones modernas de madera.

Cabe destacar el uso de pernos y placas dentadas (Gun nail) en algunos países con licencia para ello y el uso intensivo de clavos para soluciones de vigas y arcos de alma diagonal.

Aquí también la competencia del acero ha ido más allá de lo tradicional, la facilidad con que se encuentran varillas de acero de alta resistencia para concreto armado ha permitido el desarrollo de diseños muy livianos tridimensionales que abaratan el costo de un techo industrial, tal vez con las limitaciones del tirante horizontal de los arcos elevados.

Es necesario usar al máximo las técnicas de la ingeniería de madera para racionalizar las construcciones industriales y ser económicamente competitivo.

SISTEMA DE TECHO DE MADERA DE USO DOMESTICO

TIPO	Sección Transversal	Luz ML	DESCRIPCION	Cantidad de Madera p.t / M <sup>2</sup>
		3.0	Viguetas de sección sólida para soporte de planchas de techo.	3.0
		4.5	Viga principal, viguetas, largueros de madera sólida	6.0
		6.0	Cercha montante maestro y viguetas. Madera sólida y uniones artesanales.	8.0
		7.5	Tijeral montante maestro y viguetas. Madera sólida o secciones compuestas, uniones clavadas o empernadas.	9.0
		12.0	Tijeral y viguetas de sección compuesta. Uniones con clavos, pernos o placas dentadas	10.0
		15.0	Tijeral Belga y viguetas. Sección compuesta. Uniones con clavos, pernos o placas dentadas	12.0

SISTEMAS DE TECHOS DE MADERA DE USO AGRICOLA

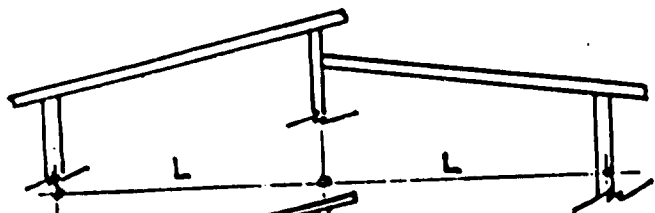
T I P O

Sección Transversal

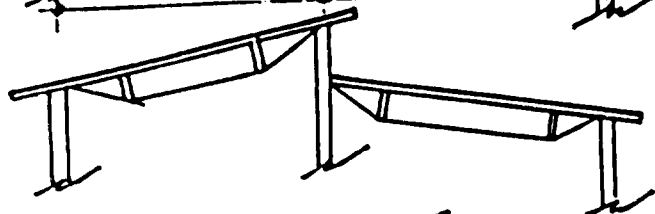
Luz ML.

D E S C R I P C I O N

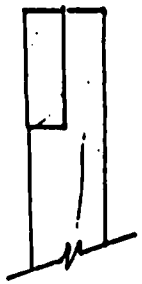
Cantidad Madera p.t./ M<sup>2</sup>



"a"



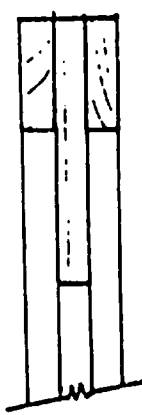
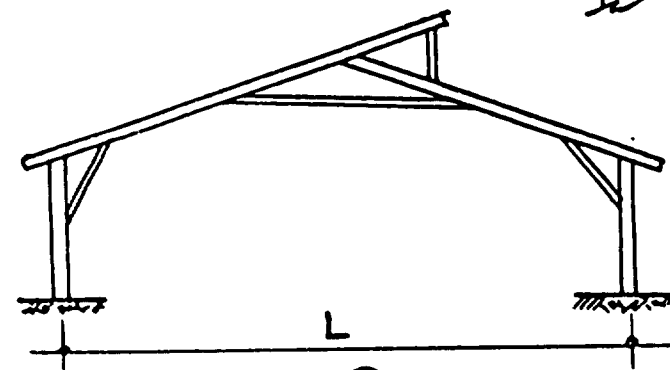
"b"



6.0

Poste y viga de sección simple y viguetas livianas caso "b" se reduce sección de viga por ayuda del acero de tensión

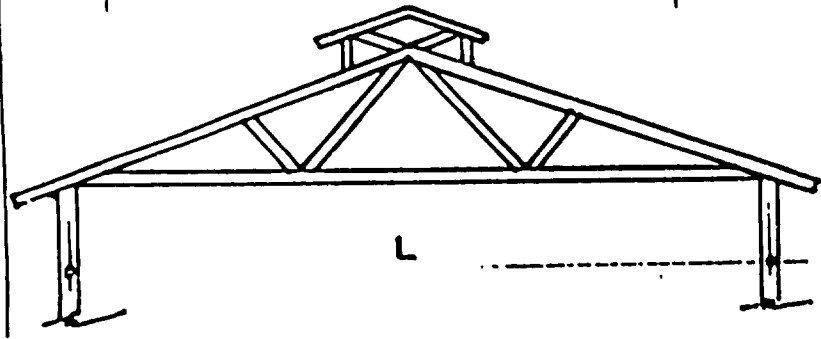
7.5



12.0

Poste y viga de sección compuesta clavada. Viguetas livianas según el material de cubierta

6.0


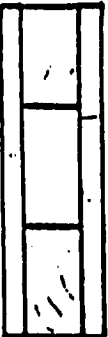


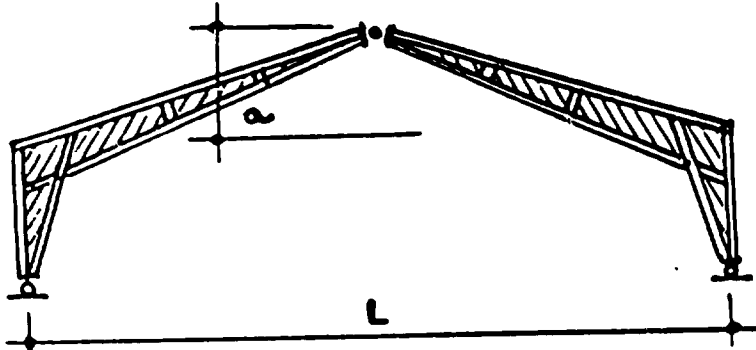



12.0

Columnas de sección compuestas espaciadas. Tijeral tipo modificado para linterna de ventilación superior. Viguetas livianas con rebajo para arriostre de ~~atenuación~~

7.0

SISTEMAS DE TECHOS DE MADERA DE USO INDUSTRIAL

T I P O	Sección Transversal	Luz ML.	DESCRIPCION	Cantidad Madera p.t/ M2
		12.º	Viga plana de cuerdas paralelas H - 1/4 Luz (aprox.)	12.º
		16.º	Viga a dos aguas, sección de altura variable. Hmin = 1/20 Luz (aprox.)	9.º
		18.º 26.º	Arcos triarticulados de sección variable y cuerdas simples o laminado encolado. Hmin - 1/30 luz a (aprox) - 1/6 Luz	12.º 15.º
			<b>GENERAL:</b> Estructuras de alma diagonal entablada, clavada o clavado-encolada a las cuerdas superior o inferior simples o laminado-encoladas.	

### 3.0 COBERTURAS

En las construcciones domésticas y agrícolas de las áreas rurales o urbanas provincianas se ha venido usando - generalmente coberturas hechas con materiales locales y fabricados artesanalmente.

En primer término está la teja de arcilla hecha por el mismo usuario o algún fabricante vecino, arcilla moldeada sobre el muslo y cocida en los hornos artesanales de la localidad. Techo muy pesado, sobrepasa los 50 Kg/M<sup>2</sup> de carga y en las zonas sísmicas requiere de ser clavada al entramado de madera.

En zonas de abundancia de madera y palma se usa el teja manil o láminas de madera desgarrada y/o aserrada, con madera de buena durabilidad natural y estabilidad dimensional. La palma se teje en varias capas sucesivas obteniéndose un techo impermeable, pero de duración limitada.

Es sólo con la aparición de las planchas corrugadas - metálicas y de adbesto cemento, que los techos agrícolas y agro-industriales han podido desarrollarse, al abaratare el costo referido a la duración y al requerir de estructuras más livianas.

En los techados industriales de la urbe, el ahorro es significativo pues las planchas permiten disminuir la densidad de las viguetas de soporte. Se puede apreciar techos - realmente livianos construídos tanto en madera como acero, - muchas veces no llegan a soportar a los trabajadores que construyen o reparan los techos y los trabajos se hacen por debajo, en andamios provisionales

#### 4.0 UNIONES

En la antigüedad se utilizaron amarres de cáñamo y cuero, así como trabazones de madera y metal para unir las construcciones de madera y caña. Posteriormente se empezó a usar clavos, pernos, clavijas y tirafondos pero con criterios estructurales muy rudimentarios. Esto contribuyó notablemente a usarse mayores dimensiones en los elementos para el soporte de las cargas

En los años recientes, las pocas construcciones de madera de cierta importancia se han hecho siguiendo tablas y manuales de diseño provenientes de países desarrollados, los cuales no son los más apropiados para las maderas y las condiciones locales.

Es sólo cuando se puede contar con valores de resistencia para las uniones hechas con madera local, que las estructuras resultan apropiadas y competitivas.

En muchos de los países en desarrollo que cuentan con recursos forestales existe información suficiente para saber diseñar uniones clavadas y empernadas.

En menor número de países se puede contar con un agente y fabricante de algún sistema de placa sentada, -posiblemente sub-utilizado (generalmente se usa para evitar rajaduras en las secciones transversales de postes, -durmientes u otro uso de madera de gran sección transversal)

Los casos de experiencia en el manejo y fabricación de estructura hechas con colas estructurales son pocos frecuentes. Al igual que las placas sentadas la patente y la

cola son importadas, pero los sistemas de placas dentadas, se encargan de proporcionar equipo, asistencia técnica en la fabricación y en la mayoría de las veces también contribuyen con el diseño de ejemplos tipo. En el caso de las colas, el servicio técnico no llega a tanto detalle, lo cual complica aún más las posibilidades de usarse y se cierra el círculo vicioso de precio alto por importación y poco consumo que hace más lejano el hecho de ser producido localmente por gran demanda, y gran demanda por bajo costo.

Los ejemplos que se encuentran contruidos en algunos países en desarrollo han demostrado que es posible obtener múltiples ventajas usando métodos modernos de diseño de uniones clavadas, uniones empernadas y uso racional de colas estructurales. Aún más, el uso de colas epóxicas para uniones estructurales pequeñas (scarf Joints) que sustituyen las soluciones de pernos y otros, han demostrado que abarata la solución y mantienen la estética de la estructura.



## 5.0 PREFABRICACION

### 5.1. Análisis

En vista de la poca difusión de técnicas modernas de ingeniería de madera, inicialmente la promoción de uso de madera está ligada a la idea de prefabricación, donde se respeten reglas de calidad, normas de construcción necesarias para asegurar la duración y permanencia de la edificación prefabricando parte de la estructura y centralizando el esfuerzo de la técnica se pueden sentar las bases de sistemas constructivos económicos, funcionales y confiables.

A pesar de que la inversión no es muy elevada, con ésta idea de prefabricación polarizada en un región se obtendría pleno uso del equipo y mano de obra justificándose los costos iniciales.

Se presenta un ejemplo de inversión y cantidades de obra de una región hipotética en una área deprimida económicamente.

## 5.2 Inversión y Cantidades de Obra

### HIPOTESIS

- Población del área 3'000,000 Hbs.
- Población agrícola 300,000 Hbs.
- Ingresos estimados anuales  
de la población agrícola 36'000,000 US \$

### CALCULOS

- Inversión mínima 360,000 US \$
- Equivalente en área de  
techo agrícola 100 galpones de  
500 m<sup>2</sup> c/u
- Insumo de madera 300,000 p.t. o  
600 m<sup>3</sup>
- Porcentaje de la producción  
de madera local (País no  
exportador de madera) 1.25 %

6.0 ANALISIS DE COSTOS

Se presenta a continuación una estimación de bases para analizar costos partiendo de las siguientes premisas:

- a) En una construcción con madera los costos son proporcionales a la cantidad de madera utilizada.
- b) Las uniones y otros accesorios de fijación para estructuras livianas representa entre el 10% y el 20% del costo total.
- c) Siempre que los sueldos mínimos vitales no sobrepasen los 100 dólares mensuales, la mano de obra de fabricación y montaje no sobrepasará el 10% del costo total.
- d) En cada región los costos varían según las facilidades de obtención de materiales, según las distancias y costo del carburante, etc. Por lo tanto las estimaciones sugeridas sirven solamente para una primera cifra y deberán ser rápidamente ajustadas para cada caso en particular.

	FACTOR K RELATIVO AL COSTO MADERA		
	ASERRADA	HUMEDA	SIN PRESERVAR
	DOMESTICO	AGRICOLA	INDUSTRIAL
FACTOR SOBRE COSTO MADERA ASERRADA	2.0	2.4	2.9

Ejemplos calculados en dólares Noreamericanos

Techo Doméstico Nº 5

$$\text{COSTO} = 10 \text{ (p.t./M}^2\text{)} \times 0.4 \text{ (\$/p.t.)} \times 2.0 \text{ (K)}$$

$$\text{COSTO } \$/\text{M}^2 = 8 \text{ } \$/\text{M}^2$$

Techo Agrícola Nº 8

$$\text{COSTO} = 6 \text{ p.t./M}^2 \times 0.4 \text{ \$/p.t.} \times 2.4 \text{ (K)}$$

$$\text{COSTO} = 5.8 \text{ } \$/\text{M}^2$$

Techo Industrial Nº 12 Simple

$$\text{COSTO} = 12 \text{ p.t./M}^2 \times 0.4 \text{ \$/p.t.} \times 2.9 \text{ (K)}$$

$$\text{COSTO} = 14 \text{ } \$/\text{M}^2$$

## 7.0 RECOMENDACIONES

A fin de ayudar al incremento del uso de madera en construcción se detalla una posible manera de preparar - diseños tipo y soluciones racionales competitivas para - países en desarrollo.

### 7.1 Objetivo

Diseño de soluciones de construcciones tipo para - uso doméstico, agrícola, agroindustrial e industrial, usando madera y elementos de unión locales.

### 7.2 Actividades

a) Planear y escoger cuidadosamente los sectores de un país o región donde se iniciarían estas actividades. Así por ejemplo el sector industria, agricultura, - educación, salud, construcciones y obras públicas, etc. a fin de que se pueda contar con contrapartida técnica adecuada y sobre todo con experiencia, información adecuada, interes por el programa y recursos para implementarlo.

b) Preparar un documento general válido para varias áreas geográficas conteniendo un rango grande de ideas y soluciones posibles.

c) Viajes y visitas a cada región o país en particular tomando nota de los niveles, soluciones autóctonas y materiales y métodos empleados. Registros de costos esimportante.

d) Trabajo en conjunto con los diseñadores nacionales ajustando y adaptando soluciones del documento genene

ral a las condiciones observadas en el país. Incluir especificaciones técnicas y recomendaciones de fabricación y montaje.

e) Preparar sistemas típicos de análisis de costos a fin de comparar las diferentes soluciones formuladas y existentes en el mercado local.

f) Diseñar, fabricar y construir uno o varios modelos o ejemplos.

SOME COMMON FALLACIES ABOUT WOOD

By

Forest Products Laboratory,<sup>1</sup> Forest Service  
U. S. Department of Agriculture

-----

In the course of its work the Forest Products Laboratory continues to encounter various false ideas about wood, many of which lead to unnecessary trouble, expense, or dissatisfaction in the use of wood. Some common misconceptions of this kind are the following:

Fallacy 1.--That all wood in the course of time "naturally" decays as a result of age.

This fatalistic concept ignores the true cause of decay and may lead the user to neglect the proper precautions against it. Time or age itself has nothing to do with the decay of wood. The White House, when remodeled in 1949, was found to contain sound timbers that had been in place since 1816. The Fairbanks house, a wood structure in Dedham, Mass., is standing structurally intact after three centuries. Timbers several hundred years old have been recovered from the ruins of Indian pueblos in Arizona and New Mexico. A part of a Roman emperor's houseboat that sank long ago in Lake Nemi was sound enough nearly 2,000 years later to be identified by the Forest Products Laboratory as spruce. A log 7 feet in diameter was found some years ago in a tunnel being dug 150 feet below the bed of the Yakima River in Washington. A piece of it was sent to the Forest Products Laboratory and the wood was identified as an extinct species of sequoia, of an age estimated by geologists at 12 million years. During the progress of thousands or perhaps millions of years wood constantly immersed in water or wet soil gradually undergoes chemical changes (not to be confused with true decay) that result in a loss of some of the original strength. This millennial process that involves only immersed wood, however, has no practical significance for current structures.

These examples prove that wood does not necessarily decay with age at all. Decay is the result of one thing only, and that is the attack of wood-destroying fungi. In the cases mentioned the wood had been kept free of fungus attack in one of two ways: it had been kept dry, as in weatherproof structures or in a dry climate, or it had been kept thoroughly and permanently saturated. A fungus is a plant. If the wood is too dry for it to grow and spread, decay does not occur. If the wood is thoroughly saturated, the fungus is "drowned out." The range of activity of fungi lies between 20 percent moisture content of the wood and a "soaking wet" condition in which all air is excluded.

---

<sup>1</sup>Maintained at Madison, Wis., in cooperation with the University of Wisconsin.

Fallacy 2.--That some woods never decay, regardless of exposure and service conditions.

Both this fallacy and the first one are answered by the fact that no woods decay when fully protected from fungi, and that any wood will decay when exposed to fungus attack that is severe enough and continued long enough.

The conditions that bring about decay of wood are, briefly, dampness and mild to warm weather. If you have a house, porch, or shed built over damp, poorly drained ground, with the foundations bricked or boarded in, look out for decay. Sills of untreated wood resting directly on damp ground are sure to rot. Likewise untreated posts and poles set in the ground are exposed to ideal conditions for fungus attack, and their service will usually be terminated by decay near the ground line, no matter what wood is used.

The sapwood of all species is easily and quickly destroyed by decay. (Sapwood is the outer, light-colored part of the tree trunk). But it is a fact that the HEARTWOOD of some species resists decay longer than the heartwood of others. This is the advantage of using for fence posts, and so on, such decay resistant species as cedar, catalpa, chestnut, baldcypress, juniper, black locust, osage-orange or bois d'arc, and redwood. They may last for years. Do not imagine, however, that the underground parts of the post will remain just as you put them in; in a comparatively short time decay will eat away the sapwood, and the business of holding up the fence will be left to a core of the more resistant heartwood. Of course, by treating the wood with a good preservative you change the picture materially. Most of the preservative goes into the sapwood and protects the part that is most vulnerable to decay.

But to suppose that the use of cypress, cedar, or any other special wood will excuse you from all precautions against decay is a bad mistake. Don't expect too much of Nature. In the first place, remember that only the heartwood is the durable part, and then take care of the service conditions as well as you can. A Laboratory man once went to inspect a floor that was falling in. It happened that the subfloor was of genuine cypress, specifically put there to ward off decay, but alas! It was laid directly over damp ground and was covered with tar paper before laying the upper boards. What the owner had was a high-powered fungus pit for his cypress, and the fungus literally ate up the subfloor and spread to other parts of the building at the owner's expense.

Fallacy 3.--That there is such a thing as "dry rot" of wood.

Much has been written or said about "dry rot" in buildings. Any brown, crumbly rot is so called, but the term is a misnomer. No fungus can grow without water. Wood is the food for the wood-destroying fungi, but they cannot use that food unless it contains at least 20 percent of water (based on the weight of the oven-dry wood). However, the fungi that are responsible for some of the decay in buildings are capable of rotting wood that is apparently much drier, for they produce water-conducting strands which carry water from some source, usually in the ground, up into buildings where the wood



normally would be dry. Moreover, some wood-destroying fungi can remain dormant in dry wood for months or even years and then revive and continue their destructive work as soon as moisture becomes available.

Call it dry rot if you wish, the fungi that come sneaking into a house carrying their water supply are bad ones, and should have been kept out by proper precautions when the house was built. The Latin name of the most common one in the United States is Poria incrassata. It is at home in the South, on the Pacific Coast, and at least as far north as Pennsylvania and Nebraska.

Here is an example: a house was completely wrecked by this destroyer in less than 10 years. Investigation showed that some floor joists were allowed to rest on an old stump that happened to be in just the right place -- or the wrong place. Don't give this wrecker a chance to get into your home by leaving planks or timbers connecting the structure with the ground. After Poria incrassata gets started it can set up its own connections with the damp ground, an ugly rootlike growth sometimes as big as your finger and thumb.

A good, dry, well-built frame house is in practically no danger from decay if just a few normal precautions are taken. (1) Build on a well-drained site and avoid construction that allows moisture to accumulate in joints or pockets; (2) secure well-seasoned lumber; (3) do not allow the selected material to lie on the ground after it has been delivered on the job; (4) untreated lumber should not be allowed to come in contact with the soil or with foundations or walls which are liable to be damp, and should not be embedded in concrete or masonry without leaving ventilation around the ends of the timbers; (5) wood flooring, unless it has been chemically preserved, should never be laid directly on the soil or on concrete that is in contact with the soil; (6) remember that dry wood will not decay.

Fallacy 4.--That wood used in construction is under all conditions more dangerous than steel in case of fire.

It is true that wood when exposed to fire temperatures will burn and be converted to charcoal, whereas steel does not burn under similar exposure conditions. But wood, when used in heavy timber construction, has a tremendous advantage over unprotected steel. Where thick beams constitute the supporting members of a structure, the outside surfaces, on exposure to severe fire conditions, will become charred, while a substantial core of wood, because of its low heat conductivity, remains at low temperature, uncharred and intact, and retains most of its strength for some time. Steel, under the same fire exposure conditions, because of its good heat conduction, will quickly become heated throughout and lose much of its rigidity and load-bearing capacity and thus permit collapse of a structure sooner than timbers of the same initial strength. For structural purposes, the working strength of unprotected wrought iron and steel as reported in Johnson's Materials of Construction, must be regarded as regularly diminishing while the temperature increases, the rate of diminution being about 4 percent per 100° F. increase in temperature.

It is for this reason that steel members are commonly required to be enclosed in concrete or some other protective material.

Fallacy 5.--That a fence post will give better service if set in the ground "upside down."

A tradition seems to exist in some quarters that setting posts bottom end up (opposite the position of growth) makes them last longer. There is neither evidence nor theoretical basis to support this idea, so far as we are aware. On the contrary we should expect posts so reversed to rot more quickly than if set upright. They would have less material at the ground line for fungus to rot through, and a greater proportion of that material would be sapwood, which is generally an easy prey to fungus. Furthermore, the less wood a post has at the ground line the weaker it is, like a fishing pole grasped at the small end.

Fallacy 6.--That oak, hickory, or other heavy hardwood, has a higher fuel value than pine.

This may be true as between a cord of hickory and a cord of pine, as the cord of hickory weighs more; but pound for pound the pine gives off more heat. Resinous woods in general have a higher heat value per pound than nonresinous. What this means is that for a quick, hot fire you would use pine; but for practical home heating or cooking purposes no general means has yet been devised to "tame down" the burning of resinous woods and make them last like a hickory backlog, for instance.

Fallacy 7.--That the sap "rises" in a tree in the spring and "goes down" in the late fall.

The difference about sap is that it is moving or circulating actively in the spring and summer. It is always "up" and never "down." By actual weighing, logs are heavier in the winter than in spring, showing that they have more sap in the inactive season. If the sap were "down," no tree could freeze in winter as they often do, with a loud "crack."

Fallacy 8.--That trees exposed to storms and rough weather all their lives form stronger and better wood than sheltered trees.

This idea is mere poetic license, as it never affects the selection of wood in manufacture and actual use. Trees exposed to extra severe conditions are apt to be deformed, gnarly, twisted, stunted, and fit mostly for firewood. Trees grown under normal forest conditions make the best lumber because they are straight and regular in grain. Piece for piece, their wood is as strong if not stronger than that grown under the wildest conditions of exposure.

Fallacy 9.--That wood of a given species grown in one State or region is superior to that grown in another State or region.

Examples are "Michigan maple" or "Vermont maple," northern vs. southern ash, etc.

Tests of more than 600,000 specimens at the Forest Products Laboratory prove that a tree's location inside or outside certain imaginary geographical lines

has nothing at all to do with the strength of its wood. If the tree or species in question is growing within its proper range of climate, it is not affected by its north, south, east, or west location within that range. The immediate influences of its site, such as moisture, drainage, fertility, and exposure have the controlling effect. Properties of the wood in any one State or region will show a wider variation than any general geographic difference. The test of wood quality lies within the piece or the shipment itself, and not in where it came from.

Fallacy 10.--That limbs rise higher from the ground as the tree grows older.

This phenomenon would obviously require the stretching of the interior wood where the limb is attached, and trees simply do not grow that way. A new layer of wood is put on every year over the tree as it stands, limbs and all. What goes on this year stays put. If there is a limb 10 feet from the ground now, that is where it will be next year, unless it breaks off or is cut off. Increase of thickness of limbs may diminish the distance between limbs or, in the case of the lowest limb of the clear bole or log length below it. Nevertheless the center or pith of each limb remains at its original elevation above the ground.

Fallacy 11.--That an expert can tell the age of a piece of wood by looking at it.

This question sometimes comes up in the case of a violin purporting to be a "genuine Stradivarius," according to a Latin label stuck on the inside. This label, put into thousands of cheap new violins, means nothing to the trade except that the instrument is shaped like a Strad; but to the owner the discovery of the secret Latin inscription is often wildly exciting. Hence, an urgent call to the wood expert to inspect the wood and see "how old it is."

Except for the "aging" of wood in color, which may be purely artificial, the expert can determine the age of wood only by counting the rings in the stump when the tree is cut. Looking at a stray piece of wood only shows a certain number of rings or growth layers, telling how many years the piece took to grow; the growth may have occurred since 1900 or away back in the Middle Ages, so far as anybody can tell from a single piece. (The research of Professor Douglass on timbers from the old pueblos is a different story which we can hardly go into here.)

Fallacy 12.--That some woods "breed" bedbugs and cockroaches; meaning, perhaps, that some woods favor the development of such vermin within their cracks and creannies.

The insects in question appear supremely indifferent to the kind of wood of which a house is built; their interest lies in other directions. To blame poor housekeeping on one or another species of wood of which the house is built is grossly unfair to Mother Nature.

Fallacy 13.--That lumber on the market today is not what it used to be in the "good old days."

Popular opinion to the contrary notwithstanding, timber cut today is as good as Paul Bunyan ever laid ax to. Lumber is now machined better, graded better, and seasoned better than formerly. In addition, a wider selection of species and items is available. It is true that strong competition between dealers and between materials in some localities has resulted in bringing on the market lumber that is not what it should be with respect to size, grade, and seasoning. However, this does not mean that good lumber is not available at economical prices. It does mean that discrimination is necessary in buying lumber as well as in buying other materials -- undoubtedly more necessary today than it was in the past.

Fallacy 14.--That wood exposed to very low temperatures is "brittle as glass" and has little strength.

Some people have had the idea that when wood is frozen or exposed to very low temperatures, as in arctic regions, it is seriously damaged and loses most of its strength. There have been reports that a piece of wood dropped on the frozen ground is likely to shatter into small pieces, much as though it were made of glass. Careful investigation has failed to produce any real evidence of such occurrences. Occasionally, a piece of wood of the commonly used species may have natural characteristics, such as knots or slope of grain, that are very severe and damaging to the strength, or the piece may have such low density that it could readily break when dropped or mishandled, even at normal temperatures.

The fact is that tests on wood at temperatures as low as 300° below zero (F.) show that the strength properties of dry wood, including shock resistance, increase as the temperature is reduced. In the case of wood that is saturated with water, the expansion of the water upon freezing may sometimes cause the wood to crack open (see Fallacy 7), but evidence indicates that wet wood also increases in strength when the temperature is reduced.

It is possible that fastenings, such as nails and screws, may tend to loosen somewhat in wood that is repeatedly frozen and thawed, such as they do in wood that is repeatedly wetted and dried. If this does occur, however, it would be a slow process.