



**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)

19758



Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Distr. LIMITADA

ID/WG.525/4(SPEC.)

11 de junio de 1992

Original: ESPAÑOL

---

Seminario sobre el Aprovechamiento de la Madera en  
la Construcción en América Latina y el Caribe

Quito, Ecuador, 4 al 8 de noviembre de 1991

Punto 8(a) del programa

### EJEMPLOS DE CONSTRUCCION CON MADERA EN AMERICA LATINA\*

Preparado por

José Carlos Cano D.\*\*

---

\* El documento ha sido reproducido sin pasar por los Servicios de Edición.

\*\* Ingeniero Civil, M.Sc. en Estructuras y tecnología en Madera, Consultor para la ONUDI en el Area de Ingeniería de Maderas.

INDICE

	PAGINA
1.0 INTRODUCCION	1
2.0 LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION CON MADERA EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA	2
3.0 ESTRUCTURAS DE MADERA	3
4.0 EJEMPLOS DE CONSTRUCCIONES CON MADERA	4
4.01 CONSTRUCCIONES AGRICOLAS GALPONES PREFABRICADOS	4
4.02 SISTEMA H B ALMA DIAGONAL	5
4.03 MADERA LAMINADO ENCOLADA GLULAM	6
4.04 ESTRUCTURAS TIPO CASCARA PARABOLOIDES	7
4.05 PUENTES MODULARES PREFABRICADOS DE MADERA	8

## 1.0 INTRODUCCION.-

Muchos de los países en vías de desarrollo poseen grandes áreas de abastecimiento potencial de madera que no han sido usadas racionalmente, mas aun los recursos madereros en explotación no han sido usados pensando en la madera como un material moderno para la construcción.

Las técnicas modernas de la ingeniería de maderas permite que el material madera pueda ofrecer una gran variedad de formas estructurales a ser construidas.

Por otro lado, para un uso intenso y variado de madera es necesario que el abastecimiento sea pleno y abundante, utilizandose grandes cantidades de madera para construir las formas apropiadas de las estructuras. Si el abastecimiento es limitado sera necesario usar la madera lo mas eficientemente posible y las formas estructurales requeriran mayor contenido de mano de obra calificada aumentando los costos de construcción

Ademas, existen factores determinantes para el desarrollo de la industria de la construcción con madera . Las formas estructurales y los metodos de fabricacion a elegir dependen por ejemplo de la facilidad con que se obtiene la madera y los productos a base de madera. (Contrachapados estructurales por ejemplo.)

Dependen tambien de los costos de los productos complementarios tales como colas, placas metalicas, pernos, clavos, etc, asi como de los niveles de mano de obra y sus costos relativos ( 10, 20, 40, 80 % de los costos directos ). En muchos casos se tiene en cuenta no solo el ahorro economico, si no que se da preferencia al empleo intensivo de mano de obra. En muchos países en vías de desarrollo las condiciones difieren sustancialmente de unos a otros. los metodos de fabricacion a elegir dependen por ejemplo de la facilidad y de la abundancia de la madera, la calidad y grado de preparacion de la mano de obra, abastecimiento de colas,etc.

En muchas regiones se ha encontrado que las formas estructurales basadas en uniones clavadas, las cuales requieren mano de obra intensiva y uso de maquinas muy simples han dado resultados muy satisfactorios frente a soluciones muy sofisticadas en cuanto al control de calidad tanto de los materiales como de la mano de obra, como las estructuras laminado-encoladas.

## 2.0 LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION CON MADERA EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA.-

La industria de la madera en general y el sub-sector de la madera para la construccion en particular vienen atravezando por una serie de problemas de diferente naturaleza, que en resumen inciden negativamente en el uso racional de los recursos de la region y a su vez no permiten que el recurso, muchas veces abundante, ayude significativamente a satisfacer adecuadamente las necesidades de viviendas y de construcciones de los estratos mas bajos de la poblacion.

El desarrollo del sector se ha venido realizando sustentado en un modelo de construccion que trata de imitar la logica de construccion de centros urbanos de los paises desarrollados, con la implicancia de disenos, tecnologias, uso de capacidad instalada, importacion de insumos, etc. Existe tambien una marcada ausencia de relacion coherente y organica entre el sector formal e informal.

Referente a la productividad, el sector informal por ejemplo, carece de un conocimiento adecuado de las necesidades sociales y de la demanda de los distintos productos elaborados de la madera, lo cual impide una planificacion adecuada de la produccion. Las empresas formales en su mayoria poseen estructuras de organizacion inadecuadas, carencia de programas de capacitacion de acuerdo a la realidad regional, tanto a nivel de operacion como de direccion.

Se presenta en el mercado productos de baja calidad, sobre todo proveniente del sector informal, dicha industria mantiene muy precariamente sus equipos.

El costo de transporte incide en la productividad de toda la industria, pero se vuelve inmanejable para el sector informal y en muchos casos que la energía es del mismo origen, este factor incrementa la baja en la productividad aun más.

### 3.0 ESTRUCTURAS DE MADERA.-

Si tomamos en cuenta el campo de acción de la ingeniería de maderas podemos observar que esta toma en serio consideraciones de diseño, de manufactura y de construcción de componentes denominados estructurales; para los cuales se necesita hacer cálculos de los esfuerzos bajo la aplicación de cargas, es también necesario utilizar material (madera) clasificada o seleccionada según su calidad estructural y por último implica el empleo de controles de calidad tanto durante la manufactura como durante la construcción.

Los métodos usados por la ingeniería de maderas son generalmente aplicados a estructuras con luces mayores a las utilizadas en las viviendas, y la mayor parte de la estructura está integrada por componentes estructurales. En algunas regiones el uso de componentes estructurales en la construcción de viviendas está aumentando, conforme se incrementa el desarrollo de la prefabricación (por ejemplo el uso de tijerales prefabricados para los techos). Sin embargo siempre es mayoritario el uso de elementos no estructurales en la construcción de viviendas de madera.

---

CONSTRUCCION CON MADERA 01

---

CONSTRUCCIONES AGRICOLAS - GALPONES PREFABRICADOS

---

GALPONES PREFABRICADOS LIVIANOS. LAS VIGAS, COLUMNAS Y REFUERZOS SON DE TRES PIEZAS DE UNA PULGADA, CLAVADOS ENTRE SI, DE ANCHOS VARIABLES SEGUN LA LUZ, EL TIPO DE COBERTURA Y EVENTUALMENTE EL USO Y DURACION ESPERADA. LOS MURETES LATERALES, LAS VIQUETAS Y ALAMBRE GALVANIZADO ARRIOSTRAN EL CONJUNTO.

---

ESPECIFICACIONES TECNICAS

DIMENSIONES	LUCES DE 10 12 14 MTS ALTURAS AL CODO 2.40 A 3.00 MTS AL VERTICE 5.0 A 7.0 MTS ESPACIAMIENTO DE 2.40 MTS a. c. LARGOS DE 100 A 200 MTS
PRINCIPALES MATERIALES	MADERA SECA Y PRESERVADA. GRUPO B CLAVOS COMUNES Y ALAMBRE GALVANIZADO
HERRAMIENTAS Y EQUIPO	MARTILLOS, MAZOS LIVIANOS Y BARRETAS. MONTAJE SIMULTANEO DE COLUMNAS Y CIMENTACION, VIGAS Y VIQUETAS SE ARMAN USANDO ANDAMIOS LIVIANOS DE MADERA.
CONDICIONES DE DISENO	CLIMA TROPICAL SECO: COBERTURA LIVIANA DE TELA PLASTIFICADA O CALAMINA. VIENTOS MODERADOS < 25 KM/HORA. NO DEBE USARSE LA ESTRUCTURA PARA LOS TRABAJOS DE TECHADO.
DESEMPEÑO Y VIDA UTIL	CONSIDERADO DE VIDA CORTA POR EL USO AGROPECUARIO Y LA DIFICULTAD DE UN BUEN MANTENIMIENTO. ( 5 A 10 AÑOS )
TRANSPORTE	SE EMPAQUETAN POR PIEZAS IGUALES DE 1/2 M3 CADA UNO, MANEJABLE MANUALMENTE.
TIEMPOS	UN GALPON DE 12 X 100 MTS SE FABRICA EN UNA SEMANA Y SE ARMA TAMBIEN EN UNA SEMANA CON 4 PERSONAS.
COSTOS	GALPONES LIVIANOS EN ZONAS SECAS, FABRICACION Y MONTAJE DE LAS PIEZAS DE MADERA \$ 0.00 M2 SIN COBERTURA, NI ALBAÑILERIA.

---

CONSTRUCCIONES		CON	MADERA	02
SISTEMA	H B	ALMA	DIAGONAL	
ARCOS TRIARTICULADOS, VIGAS SIMPLES, PERALTADAS, ESTRUCTURAS TRIANGULARES, ALAS DE GAVIOTA, SECCIONES CAJON, SECCIONES EN I, PERALTE VARIABLE, ARRIOSTRES EN V Y CRUZ DE SAN ANDRES.			EJEMPLOS EN: BOLIVIA ECUADOR PERU	

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

DIMENSIONES	LUCES DE 15 20 Y 30 MTS ALTURAS AL CODO 4.0 4.5 Y 5.0 MTS AL VERTICE 6.0 7.0 Y 8.0 MTS ESPACIAMIENTO DE 4.0 A 6.0 d.c. LARGOS DE 50.0 A 100.0 MTS
PRINCIPALES MATERIALES	MADERA SECA Y PRESERVADA. GRUPO B Y C PLACAS Y PINES METALICOS ACERO A - 36 CLAVOS COMUNES DE ALAMBRE GALVANIZADO
HERRAMIENTAS Y EQUIPO	MARTILLOS, TALADROS DE MANO. MONTAJE CON ANDAMIOS, TORRES O GRUA.
CONDICIONES DE DISEÑO	CLIMA TROPICAL SECO - HUMEDO VIENTOS MODERADOS < 25 KM/HORA. COBERTURA LIVIANA. NO PORTA PUENTE-GRUA.
DESEMPEÑO Y VIDA UTIL	LAS ESTRUCTURAS DE 15 A 25 MTS TIENEN ENTRE 12 Y 25 ANOS CONSTRUIDAS. CON PRESERVACION Y PINTADO DEL METAL PERIODICAMENTE PUEDE PROLONGARSE LA VIDA UTIL INDEFINIDAMENTE.
TRANSPORTE	SE FABRICAN EN SITIO O SE PUEDEN TRANSPORTAR EN MITADES DE ARCO, EN CAMIONES PLATAFORMA.
OTROS	CON VIQUETAS Y ARRIOSTRES PREFABRICADOS EL MONTAJE ES RAPIDO Y LIVIANO. LOS USOS PUEDEN SER MULTIPLES: AEROPORTO, INDUSTRIA, MINERIA, AVIACION, RELIGIOSOS, DEPORTIVOS, ETC.
TIEMPOS	UNA NAVE DE 15 X 50 MTS SE FABRICA Y CELEBRA EN UN MES.
COSTOS	PARA NAVES DE HASTA 20 MTS DE LUZ \$ 15.00 EL M2 SIN COBERTURA.

CONSTRUCCION CON MADERA OS

MADERA LAMINADO ENCOLADA - GILIAM

ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE GRAN SECCION Y GRANDES LONGITUDES RECONSTRUIDOS A BASE DE PIEZAS MAS PEQUENAS DE MADERA ASERRADA ENCOLADAS ENTRE SI, DE FORMAS PERMANENTES RECTAS Y CURVAS.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

DIMENSIONES

VIGAS, COLUMNAS, ARCOS, MARCOS ESTRUCTURAS ESPECIALES, ETC. GRAN RANGO DE DIMENSIONES: 10 A 30, 40 MTS DE LUZ, 4 A 10 MTS DE ALTURA.

PRINCIPALES MATERIALES

MADERA SECA Y PRESERVADA. DENSIDAD DE AL DISENO, GRUPOS A, B Y C.

HEERRAMIENTAS Y EQUIPO

COLAS DE FENOL, RESORCINOL O MELAMINA FORMALDEHIDO. SE USA PLACAS METALICAS.

CONDICIONES DE DISENO

PRESAS DE LAMINACION, TORQUIMETROS Y ESPARCIDORES DE COLA, CIERTOS CASOS REQUIEREN DE ORUAS Y ANDAMIAJE PESADO. CONSTRUCCION PESADA ESTRUCTURAS MASIVAS CUYO PESO PROPIO TIENE INFLUENCIA EN EL DISENO. POSEEN ALTA RESISTENCIA A LA CORROSION AMBIENTAL Y A LOS RIESGOS DEL FUEGO.

DESEMPEÑO Y VIDA UTIL

SE CONSIDERA DE VIDA LARGA POR EL USO Y PORQUE LA RELACION CARGA-RESISTENCIA OBLIGA A USAR MADERA DENSA QUE ES DURABLE. PARA LAS MADERAS MEDIANAS Y PERMEABLES DEBE USARSE PRESERVACION A PRESION.

TRANSPORTE

ESTRUCTURAS MEDIANAS Y GRANDES SE DISENAN PARA SER TRANSPORTADAS POR PARTES. SE USA LAS MISMAS PIEZAS DE MADERA COMO VEHICULO ADOZANDOLES RUEDAS.

OTROS

LA VARIEDAD DE DISENOS ES UN RETO A LA IMAGINACION: ELEMENTOS ESTRUCTURALES RECTOS DE SECCIONES CONSTANTES Y VARIABLES, PERALTADOS, SIMPLES Y COMPUESTAS. ELEMENTOS CURVOS SIMPLES Y DE DOBLE CURVATURA. ADEMÁS DE LOS USOS INDUSTRIAL Y COMERCIAL, SE LES EMPLEA EN DISENO MARINO, NAVAL, RECREATIVO, SOCIAL, DEPORTIVO, ETC. ETC.

CONSTRUCCIONES	CON	MADERA	04
ESTRUCTURAS TIPO CASCARA - PARABOLOIDES			
VIGAS DE BORDE LAMINADO ENCOLADAS, DIAFRAGMA DE MADERA ENTABLADA O MACHIHERRADA DE 2 O 3 CAPAS, CLAVADA Y ENCOLADA A 45 Y 90 GRADOS ENTRE SI.			EJEMPLOS: COLOMBIA PERU

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

DIMENSIONES	LADOS SIMPLES 4 A 8 MTS POR LADO COMBINADOS 6 A 10 MTS POR LADO CADA UNO.
PRINCIPALES MATERIALES	ALTURAS VARIAN SEGUN DISENO Y FORMA MADERA SECA Y PRESERVADA. GRUPO B Y C PLACAS Y PINES METALICOS ACERO A-36 CLAVOS COMUNES DE ALAMBRE GALVANIZADO COLAS DE FENOL O MELAMINA FORMALDEHIDO.
HERRAMIENTAS Y EQUIPO	MARTILLOS, TALADROS DE MANO, Prensas de LAMINACION, TORQUIMETROS, ESPARCIDORES DE COLA, MONTAJE CON ANDAMIOS O TORRES HERRAMIENTAS DE MANO, SARGENTAS, ETC.
CONDICIONES DE DISENO	CLIMA TROPICAL SECO - HUMEDO VIENTOS MODERADOS < 25 KM/HORA. PROTECCION EXTERIOR VARIA DE ACUERDO CON EVACUACION DE AGUA PLUVIAL. NO SE DISENA PARA COBERTURA PESADA COMO CERAMICA O CEMENTO
DESEMPEÑO Y VIDA UTIL	LOS EJEMPLOS DE REFERENCIA TIENEN ENTRE 18 Y 20 AÑOS EN PLENO FUNCIONAMIENTO, NO HAY MUESTRAS VISIBLES DE DELAMINACION NI DE ATAQUE DE HONGOS NI DE INSECTOS.
TRANSPORTE	LAS VIGAS DE BORDE, LAMINADO ENCOLADAS EN PLANTA SE LLEVAN ENTERAS O POR SECCIONES SE JUNTAN EN OBRA. LA CASCARA SE CONSTRUYE EN SITIO USANDOSE ENCOFRADO DESLIZANTE.
OTROS	CASCARAS DE DIMENSIONES MENORES PUEDEN SER PREFABRICADAS TOTALMENTE Y MONTADAS EN OBRA, MANUALMENTE O CON AYUDA DE GRUA LÍVIANA O POLIPASTO.

CONSTRUCCION CON MADERA		05
PUENTES MODULARES PREFABRICADOS	DE MADERA	
SISTEMA DE PUENTES DE MADERA DE GRAN CAPACIDAD DE CARGA, SIMPLE VIA, PARA CAMINOS RURALES. - COMPONENTES INTERCAMBIABLES PARA LUCES ECONOMICAS DE 9 A 24 MTS. LIBRES. SENCILLOS Y RAPIDOS DE ARMAR.	SISTEMA ADOPTADO EN: BOLIVIA CHILE DOMINICA ECUADOR	HONDURAS NICARAGUA PANAMA PERU EL SALVADOR

ESPECIFICACIONES TECNICAS

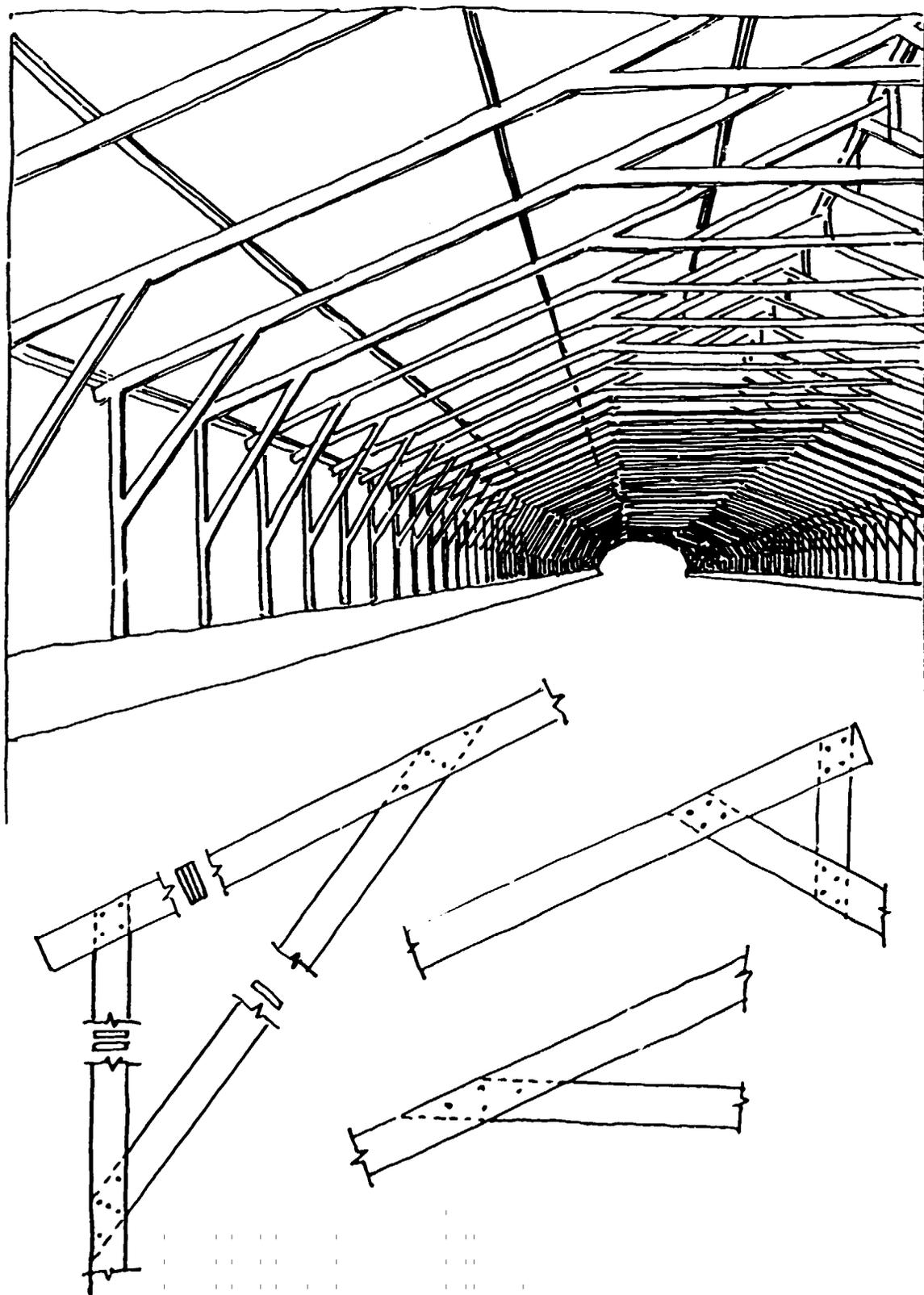
DIMENSIONES	MODULOS DE 3.00 MTS TRIANGULARES LUCES TEORICAS DE 6 A 30 MTS LIBRES LUCES ECONOMICAS DE 9 A 24 MTS. ANCHO UNA SOLA VIA.
PRINCIPALES MATERIALES	ES DE PASE SUPERIOR, A 3 MTS DEL N A M E MADERA SECA Y PRESERVADA. GRUPO A Y B PLACAS Y PERNOS DE ACERO A - 36 CLAVOS COMUNES DE ALAMBRE.
HERRAMIENTAS Y EQUIPO	ADICIONAL A LA CEPILLADORA Y SIERRA RADIAL, TALADROS Y HERRAMIENTAS MANUALES, SOLDADORA DE ARCO Y ESMERIL.
CONDICIONES DE DISENO	DENSIDAD DE TRANSITO MODERADO < 100 VEHICULOS/DIA. SEGUN AASHSTO CARGAS TOTALES DESDE 10 TM (H-10) HASTA 40 TM (HS-20)
DESEMPEÑO Y VIDA UTIL	BUEN CONTROL DE CALIDAD DE LA MADERA, PRESERVACION INICIAL Y EL MANTENIMIEN- TO PERIODICO ASEGURAN UNA VIDA UTIL DE NO MENOS DE 20 ANOS.
TRANSPORTE Y MONTAJE	UN PUENTE COMPLETO DE 12 MTS CABE EN UN CAMION DE 10 TM. EL EQUIPO DE MON- TAJE ES SIMPLE Y PORTATIL, TECLES DE CABLE, POLEAS Y CABLES FLEXIBLES, SO- BRE TORRES DE POSTES DE MADERA DESAR- MABLES.

TIEMPOS	NORMALMENTE UN PUENTE DE 12 O 15 MTS SE FABRICA EN UNA SEMANA Y EL MONTAJE SOBRE LAS BASES YA LISTAS TOMA 7 DIAS DE TRABAJO.
---------	---

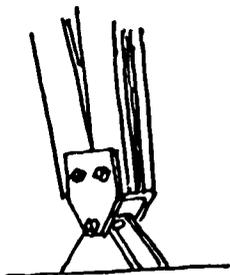
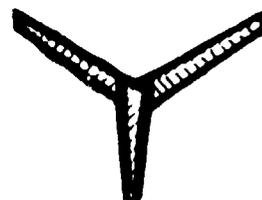
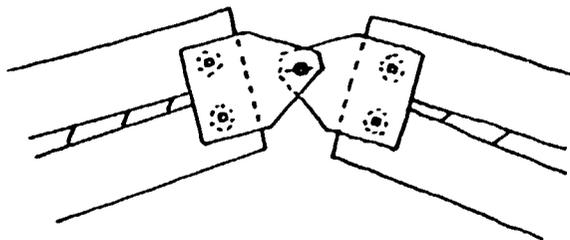
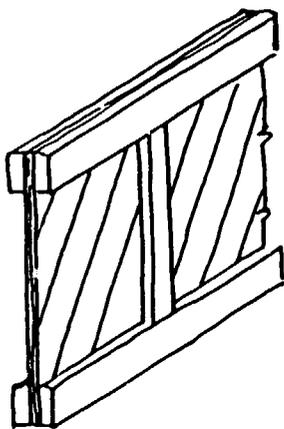
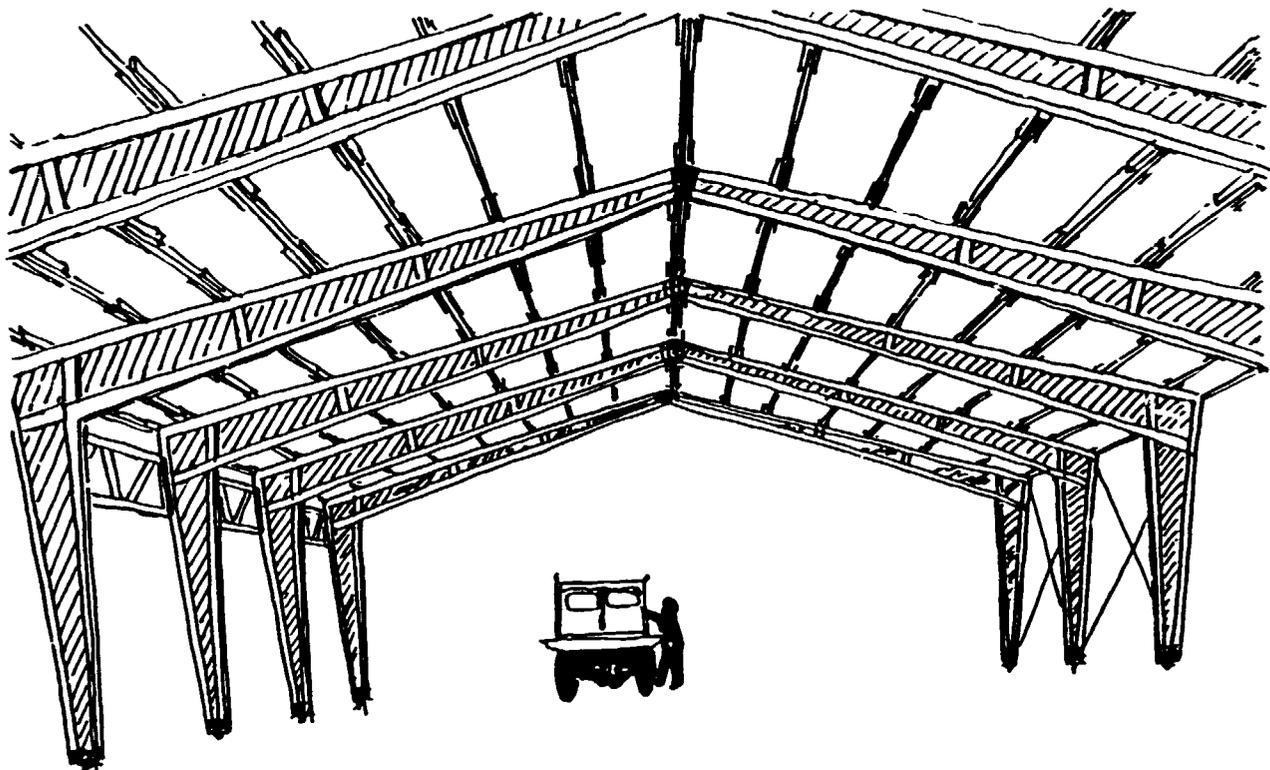
COSTOS	COSTOS DIRECTOS DE MATERIALES Y MANO DE OBRA VARIAN SEGUN LAS REGIONES: 9 A 15 ML ENTRE 800 Y 1200 \$/ML 18 A 24 ML " 1000 Y 1500 \$/ML EL COSTO DE LAS BASES DEPENDE DE LA GEOLOGIA DEL TERRENO Y DEL PERSONAL.
--------	---

CONSTRUCCIONES AGRICOLAS  
GALPONES PREFABRICADOS

01

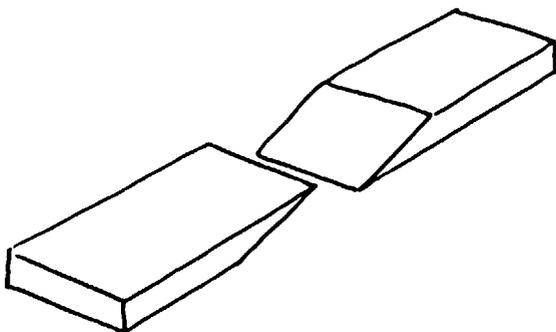
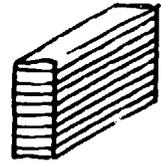
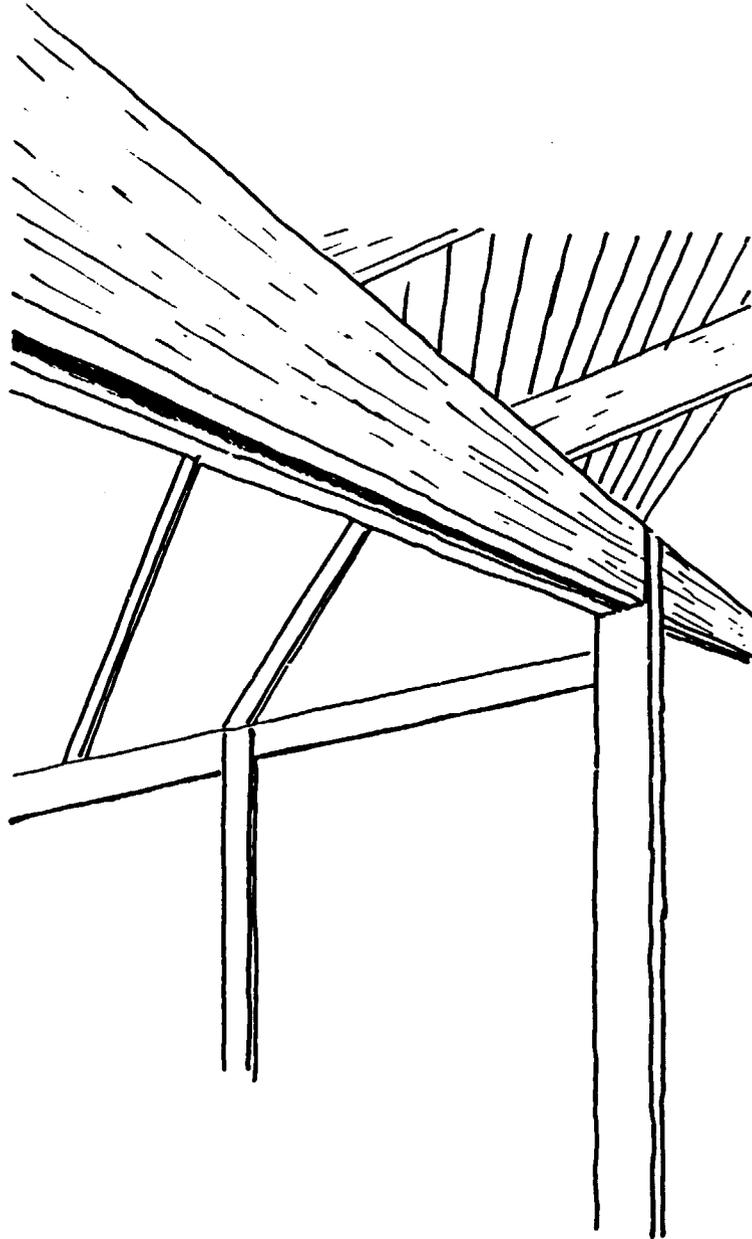


<p>SISTEMA HB ALMA DIAGONAL</p>	<p>02</p>
-------------------------------------	-----------



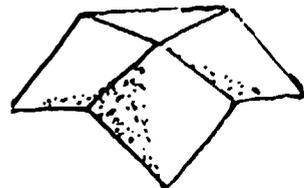
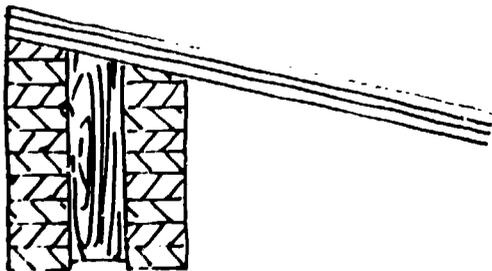
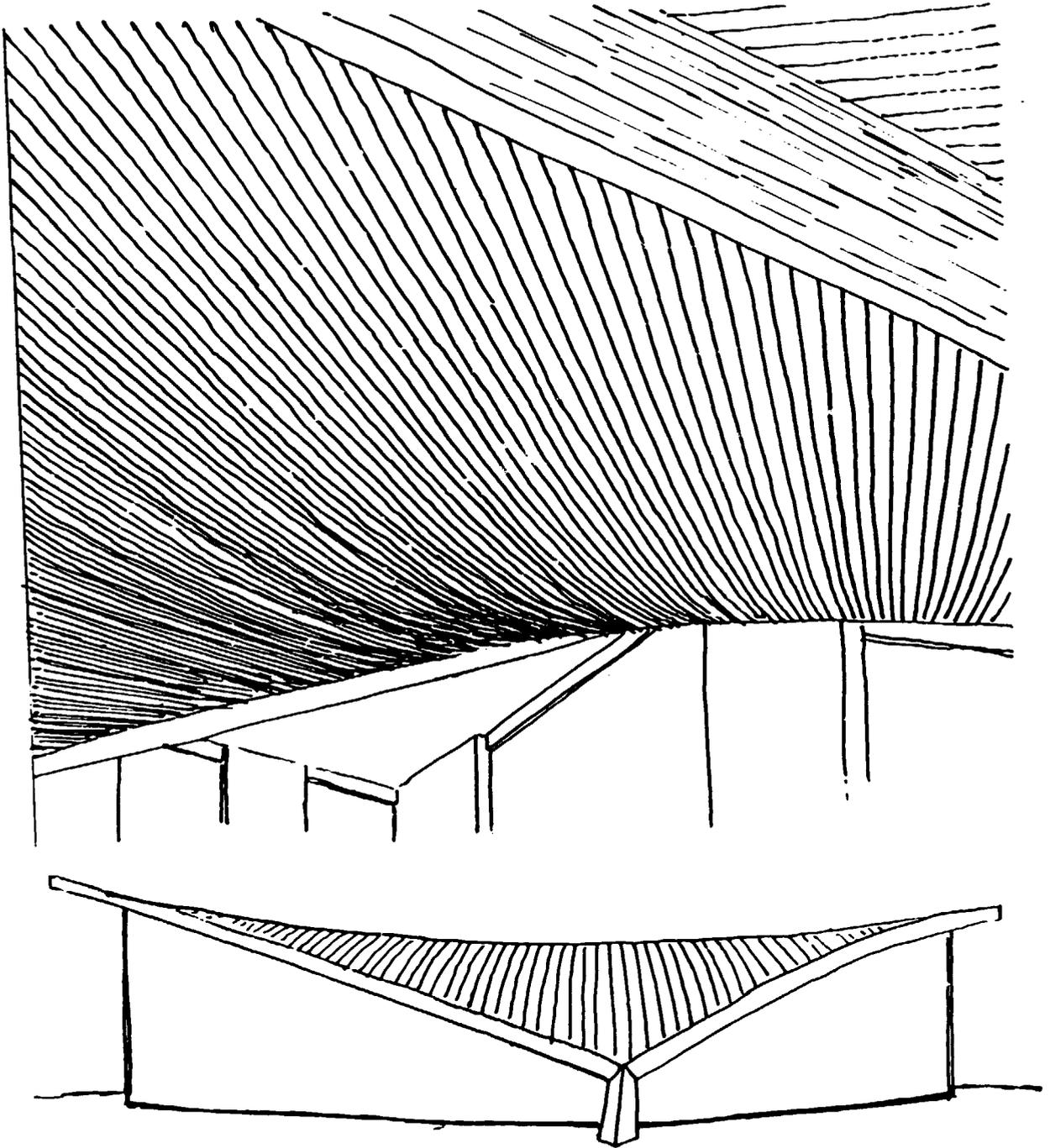
MADERA LAMINADO-ENCOLADA  
GLULAM

03



ESTRUCTURAS TIPO CASCARA  
PARABOLOIDES

04



PUNTES MODULARES  
PREFABRICADOS DE MADERA

05

