



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th 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 for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



19843

Distr. LIMITADA

ID/WG.525/9(SPEC.)

21 de septiembre de 1992

Original: ESPAÑOL

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

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 11(b) del programa

23 p.

7/2/92

11/2/92

11/2/92

PREFABRICACION EN EL PROCESO INDUSTRIAL DE LA MADERA*

Preparado por

Lucia Helena Sanchez Vedovello**

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

** Gerente de Engenharia, Casem 2 Industria E Comercio Ltda., São Paulo, Brasil.

6/2/92

I N D I C E

	Página
Resumen	3
1. INTRODUCCION	3
2. EXTRACCION DE LA MATERIA PRIMA	4
3. PROCESAMIENTO PRIMARIO	4
4. ESPECIES FORESTALES UTILIZADAS EN EL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL	5
5. FUNDAMENTOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO INDUSTRIALIZADO	6
6. COMPONENTES INDUSTRIALIZADOS - TIPOS Y FUNCIONES	9
7. PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE LA MADERA	12
8. EDIFICACION DEL KIT DE MADERA	19
9. COSTOS COMPARATIVOS	21
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	23

Resumen:

Comparativamente al alto grado de desarrollo encontrado en América del Norte y Europa en el sector de prefabricación en madera para construcción industrializada, Brasil, apesar de tener un expensivo patrimonio forestal, ocupa una tímida posición en esta área.

La mayoría de los sistemas de construcción disponibles en el mercado brasileño se caracteriza por la utilización de subproductos generados en el procesamiento primario de la madera. Si se considera apenas el enorme déficit habitacional del país, tal práctica podría ser justificada, pues la necesidad de viviendas es urgente y la calidad de la habitación se relega a un segundo plano.

Este trabajo presenta un sistema de prefabricados en madera en el cual ésta es procesada de manera que se valore su potencial intrínseco. La premisa básica de este sistema es la industrialización de construcciones en madera que atiendan satisfactoriamente las exigencias de desempeño en lo que se refiere a calidad, durabilidad, seguridad y valorización comercial.

1. INTRODUCCION

El sistema constructivo CASEMA fue proyectado y producido por primera vez en 1980. Inspirada en modelos norteamericanos y europeos, utiliza como materia prima diversas especies nativas de la selva tropical amazónica.

La extracción selectiva de la madera se ejecuta en una área propia; coordenadas geográficas 2°58'23" de latitud sur; 47°29'29" longitud WGr, municipio de Paragominas, estado de Pará, abarcando 69.000 hectáreas de bosque y 20.000 hectáreas de área taladas por otras empresas para el establecimiento de proyectos agropecuarios a comienzos de los años 70. Esta última área ya presenta un comienzo de regeneración del bosque pre existente y está siendo reforestada con especies exóticas (Eucaliptus) y con plantaciones asociadas a cielo abierto con especies nativas como: *Hymenaea* spp, *Bertholletia excelsa*, *Bagassa guianensis*, *Hevea* spp, entre otras.

El procesamiento primario de la troza de madera se hace en un complejo maderero localizado dentro del área de extracción. Ese complejo está compuesto de tres aserraderos con capacidad efectiva instalada de 150.000 m³ de troza/año.

La madera aserrada, convenientemente preparada según las secciones transversales brutas requeridos en el proyecto se envía para la unidad industrial de Imperatriz, municipio localizado al oeste del estado de Maranhão, distante aproximadamente a 300 Km de la hacienda de explotación. Esta, más la unidad industrial de Bom Jesus dos Perdões, municipio de la región metropolitana de

Sao Paulo, suman 15.000 metros cuadrados en áreas industriales.

El producto se comercializa en la forma de un kit prefabricado, que se entrega desmontado en una de las unidades industriales de la empresa. Anualmente se producen en promedio 700 kits que representan un procesamiento industrial de madera aserrada de aproximadamente 15.000 metros cúbicos.

2. EXTRACCION DE LA MATERIA PRIMA

Con la adquisición de 69.000 hectáreas de bosque nativo la empresa aseguró el abastecimiento continuo de materia prima y verticalizó el proceso de industrialización del producto. La vegetación predominante está compuesta por bosque ecuatorial húmedo con algunas regiones de pradera en su interior.

Fue realizado un inventario forestal pre explotación en un área de 60.00 hectáreas de bosque, teniendo como objetivo la implantación de un programa de manejo forestal sustentado.

El sistema adoptado es el policíclico, con ciclos de corte de 30 años y una intensidad de explotación en torno de 40 m³/ha/año, aunque el volumen comercial estimado por el inventario forestal haya sido de 75 m³/ha/año. La operación de manejo es monitoreada por el inventario forestal continuo que indica el desarrollo de la población forestal remanente, así como, la eventual necesidad de tratamientos de silvicultura. El área de explotación anual es de 2.000 hectáreas y el diámetro mínimo para la extracción es de 45 cm. (DAP).

Las principales actividades en la operación de extracción son mecanizadas: apertura y mantenimiento de caminos son ejecutadas con tractores de esteras y motoniveladoras, el corte y limpieza con motosierras, el arrastre con tractor forestal skidder; el apilamiento de las trozas de madera con palas cargadoras. Las trozas de madera se transportan hasta los aserraderos en camiones de tipo "fuera de camino" equipados con remolque. Son manuales las actividades de eliminación del sub-bosque indeseable, la selección de matrices, el envenenamiento y el anillamiento de los troncos de los árboles y la apertura de espacios sin vegetación, aislantes de fuego.

3. PROCESAMIENTO PRIMARIO

El patio de almacenamiento de trozas de madera está equipado con tractores y palas cargadoras. El trabajo de desdoblamiento de las trozas es automatizado y ejecutado por sierra cinta tipo vertical. Además de los métodos convencionales de afilar sierras, el uso de "estelitado" (aplicación de estelite que es una aleación de diferentes metales duros) para la protección de los dientes de la sierra es imprescindible tomando en cuenta las características de las especies amazónicas, generalmente con altos grados de óxido de silicio.

Las secciones transversales de las piezas aserradas obedecen al programa de abastecimiento de la industria: sus dimensiones y cantidades, así como también la especie de madera que será trabajada.

El índice de aprovechamiento es de 50 a 60 por ciento de madera aserrada por troza de madera, dependiendo de la calidad del desdoblamiento de la troza.

El espesor bruto más usado en el sistema de construcción, cerca del 65 por ciento en relación a los demás, es igual a 5 cm. La sección transversal (escuadria) más representativa es de 5 x 16 cm brutos, con participación media de 57 por ciento en relación a todas las otras secciones transversales envueltas en el proceso de industrialización.

Las especies forestales que son procesadas en los aserraderos, teniendo como parámetro sus densidades básicas: relación entre masa seca (o% de humedad) y el volumen verde, conforme PADT-REFOR/JUNAC, 1984, se agrupan en :

Grupo	Densidad básica	Porcentaje procesado
A	0,71 a 0,90 gr/cm ³	84 %
B	0,56 a 0,70 gr/cm ³	11 %
C	0,40 a 0,55 gr/cm ³	5 %

De este cuadro se concluye que la mayoría de las trozas de madera desdobladas representan especies muy densas y resistentes y generalmente se caracterizan por la dificultad de su procesamiento.

4. ESPECIES FORESTALES UTILIZADAS EN EL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL

En función de las características del proyecto del sistema de construcción las principales maderas industrializadas deben poseer los siguientes requisitos: alta densidad básica (o masa específica aparente a 15 por ciento de humedad), alta resistencia mecánica y rigidez, gran durabilidad natural. El duramen, preferentemente y por razones estéticas, deberá ser oscuro, de castaño a rojizo (SUDAM/IPT,1981; IPT,1989).

Las especies tropicales más importantes procesadas actualmente para la producción industrial son las siguientes:

Nombre científico---- I(kg/m³)-----II(kgf/cm²)-----III(Kgf/cm²)

Dinizia excelsa	1090	1017	143.500
Dipterix odorata	1090	1262	189.130
Goupia glabra	870	986	139.600
Hymenaea sp	950	1311	150.900
Lecythis usitata	1100	1370	146.500
Manilkara sp	1030	1293	150.700
Pouteria sp	920	992	165.500
Tabebuia sp	1010	1514	156.000

I: Masa específica aparente a 15 % de humedad.

II: Límite de resistencia a la flexión estática de la madera verde.

III: Módulo de elasticidad a la flexión estática de la madera verde.

Fuente bibliográfica/Instituciones: IPT, LAMEN, SUDAM.

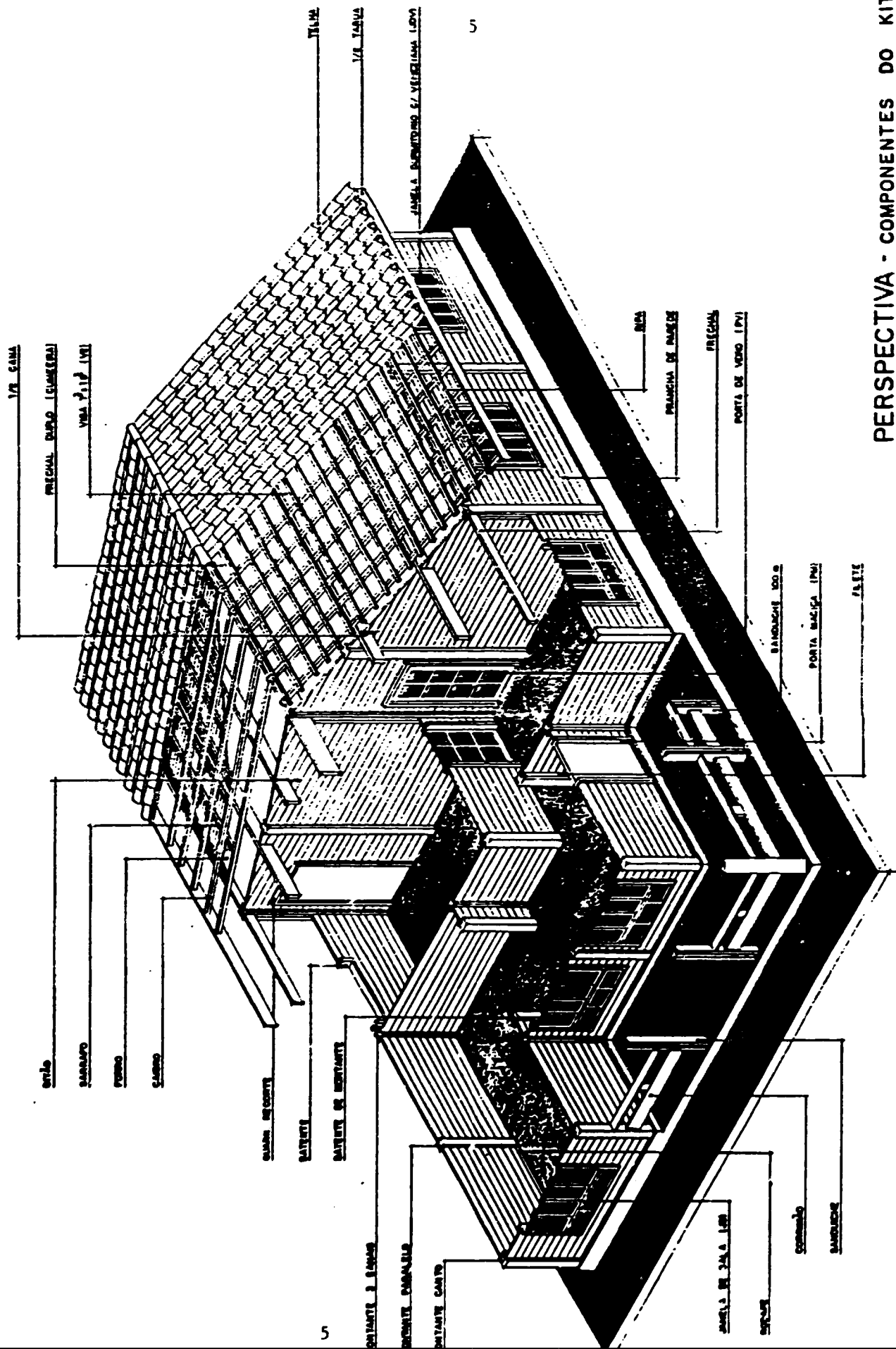
Además de las especies citadas cerca de otras veinte con características semejantes están siendo utilizadas y, en fase de tests para uso futuro, cerca de diez especies. En el grupo de las especies menos densas, son empleadas aproximadamente siete especies y otras tres están siendo probadas.

5. FUNDAMENTOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO INDUSTRIALIZADO

5.1 DISEÑO - El diseño parte de un conocimiento técnico completo de la madera, desde las propiedades físicas, comportamiento mecánico y estructural, diferentes maneras de utilización racional de las ventajas y desventajas del material como elemento de construcción.

El diseño es previamente ordenado adoptándose un sistema de coordinación modular que establece criterios dimensionales entre las dimensiones de los proyectos arquitectónicos de acuerdo a un criterio industrial.

Teniendo organizadas todas las medidas de los elementos constituyentes, el diseño resulta solamente al disponer técnica y armoniosamente las piezas disponibles para el montaje de la edificación. En este caso, el conjunto de todos los componentes, industrializados conforme el diseño, se denomina "Kit Casema".

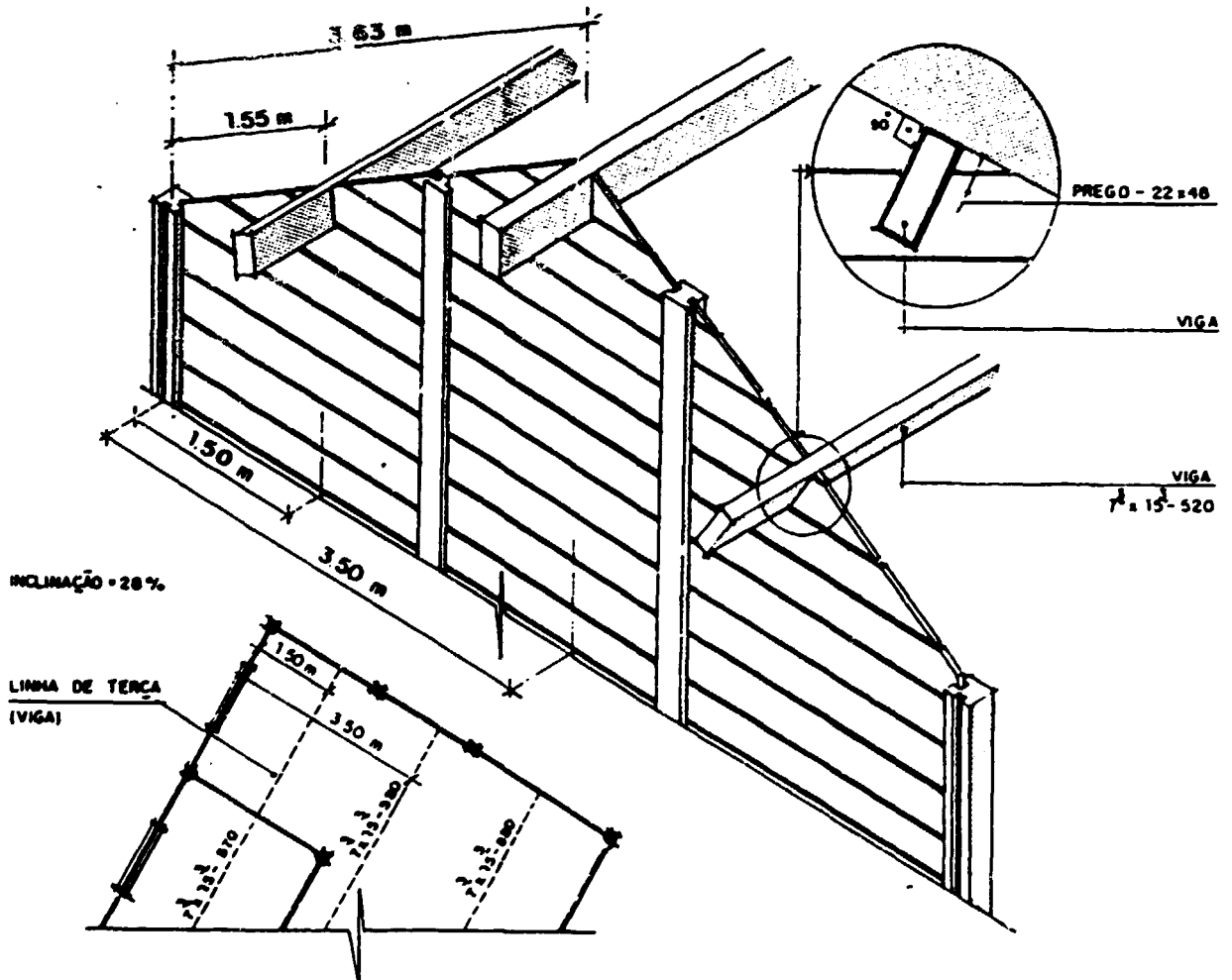


PERSPECTIVA - COMPONENTES DO KIT

El kit CASEMA está constituido por 47 componentes diferentes. La principal característica estructural es el sistema de paredes con auto-sustentación, compuestas por vigas macizas superpuestas. Todos los componentes son procesados industrialmente y entregados en cantidades y dimensiones pre establecidas en el proyecto. Todas las piezas son en madera maciza, excepto las puertas internas; éstas son entregadas con el kit pero no son fabricadas por la empresa.

Los paneles de pared desempeñan igualmente la función de vedamiento y de sustentación de la estructura de la techumbre. Las puertas y ventanas están integrados a los paneles por intermedio de los batientes que poseen una sección transversal especialmente proyectada.

Las vigas de la techumbre están encajadas en los "oitões" (tímpanos) que son paneles de pared pre cortados conforme la inclinación porcentual de la techumbre, generalmente 28 por ciento. Las vigas, aunque unidos en los puntos determinados en el proyecto, están calculadas como bi-apoyadas. La estructura de la techumbre está planificada para el uso de tejas cerámicas, preferentemente del tipo cubierta y canal.



"OITÕES"

Los kits de madera, a pesar de ser procesados en una región de alta humedad relativa del aire (80 a 95 %), han sido montados en las más diversas regiones de Brasil, un país de dimensiones continentales. Esto requiere un estudio criterioso de las características físicas de las maderas usadas, principalmente su humedad de equilibrio en las condiciones de uso. El proyecto debe prever eventuales variaciones volumétricas que podrán ocurrir en las piezas del kit, perjudicando o alterando su desempeño estructural. En el momento del montaje la mayoría de los componentes tienen un contenido de humedad superior al 30 % (punto de saturación de las fibras).

6. COMPONENTES INDUSTRIALIZADOS - TIPOS Y FUNCIONES

6.1 PLANCHA DE PARED (VIGA DE PARED) - Son piezas industrializadas a partir de vigas aserradas de sección transversal 5 x 16 cm. Su preparación se hace en el cepillo de cuatro caras, acoplado a una lija. La sección neta, luego de la preparación, es de 4,5 x 15,1 cm, incluyendo la ejecución de dos tallados en las caras de 4,5 cm paralelas al eje longitudinal de la pieza: un tallado tipo hembra en la cara inferior y otro tipo macho en la cara superior. Todas las aristas en el sentido de los tallados son desquingadas en media escuadría.

Se han padronizado 37 largos diferentes para las planchas de pared. El panel de la pared está formado por la superposición de varias planchas auto encajadas longitudinalmente. El espesor de los paneles, externos o internos, es de 4,5 cm y la altura depende de la cantidad de planchas. La altura útil de la plancha de pared, del encaje hembra hasta el macho, es de 14,2 cm, por lo tanto, un panel con 18 planchas tendrá 255,6 cm de altura, sin considerar eventuales contracciones de la madera.

6.2 MONTANTES - Son piezas compuestas de dos vigas de 6,5 x 12 cm de sección transversal bruta. Después de su preparación en el cepillo de cinco caras acoplado a una lija, su sección transversal neta es de 11 x 11 cm. Sus piezas están unidas con tornillos de rosca, espaciados de acuerdo con el largo de la pieza. El montante tiene la función de encajar las planchas de pared, en la posición de un pilar, aunque no desempeñe un trabajo estructural.

Para posibilitar el encaje de las planchas, el montante posee canales verticales, centralizados en relación a las caras de 11 cm con 2,5 cm de profundidad y 4,6 cm de ancho en toda la extensión longitudinal de la pieza. Conforme a la cantidad de paneles de pared que se han originado, el montante puede ser de 1 a 4 canales verticales, paralelos al eje longitudinal de la pieza.

6.3 "FRECHAL" - Son planchas de pared con encaje longitudinal tipo hembra en la cara inferior de 4,5 cm. Se instala como última plancha de pared en los paneles externos en el sentido paralelo a la cumbrera. Esta viga, llamada "frechal", traspasa la parte más alta de todos los montantes de esos paneles interligándolos entre

si, trabajando como apoyo perimetral. Para eso, estos montantes poseen en su parte más alta una abertura denominada "espiga" (caja). La principal función del "frechal" es apoyar la viguetas (cabrios) de la techumbre en el punto de transición entre el interior del kit y los aleros (o terrazas).

Dependiendo del tipo de proyecto, desempeñando función de viga de techumbre sobre paneles de pared, se puede tener un "FRECHAL" DUPLO (sección transversal neta = 4,5 x 29,3 cm) o MEDIO "FRECHAL" (sección transversal neta = 4,5 x 7,3 cm).

6.4 RECORTES - Son planchas de pared colocadas sobre los bastidores de determinados tipos de ventanas. Poseen un trecho recortado en la extensión del encaje con la ventana; la profundidad de este recorte está en función de la contracción volumétrica que podrá ocurrir en el panel de pared donde la ventana está inserta.

6.5 "OITÕES" - Son planchas de pared pre cortadas conforme la inclinación de la techumbre; en general 28 %. Los "oitões" integran los paneles de pared que apoyan las vigas de la techumbre, son elementos que sustituyen las cerchas convencionales.

6.6 VIGAS - Son piezas macizas de secciones transversales aserradas de 5 x 16; 5 x 12; 8 x 16; 8 x 24 cm.; las secciones netas son respectivamente: 4,5 x 15,3 cm, 4,5 x 11,3 cm, 7,3 x 15,3 cm y 7,3 x 23,3 cm. La utilización de una u otra sección dependerá del vano libre a ser vencido por la pieza; el vano máximo entre dos apoyos es de 600 cm.

6.7 SANDWICHS - Son pilares compuestos, formados por dos piezas macizas, unidas a través de una tercera, menor, donde se fija un perno con tuerca. La sección transversal neta más usada para la fabricación de esta pieza es de 4,5 x 15,3 cm. La función principal de estos componentes es la de ser una estructura de apoyo de las vigas de la techumbre en áreas de terrazas. Para el encaje de tales vigas, la parte más alta del sandwich posee un encaje tipo "espiga" (caja), cuya dimensión está relacionada con la sección neta de la viga.

6.8 PASAMANOS - Son conjuntos-vigas de 4,5 x 15,3 cm. de sección transversal neta que tiene la función de parapeto de las terrazas, juntamente con los balaustres (pequeños sandwichs).

6.9 BATIENTES (ABERTURAS O BASTIDORES) DE PUERTAS Y VENTANAS - Son piezas industrializadas a partir de la sección transversal aserrada de 8 x 12 cm; la sección neta después de la preparación es de 7 x 11 cm. Su función es fijar las hojas de las puertas y los marcos internos de las ventanas y persianas. Por ese motivo tiene un adelgazamiento en el contorno interno. En todo el perímetro externo de esta pieza se ha ejecutado un canal de encaje, centralizado en la cara de 11 cm, semejante al de los montantes. Este canal posibilita el encaje de las planchas de pared instaladas lateralmente a las puertas y ventanas.

6.10 VENTANAS, PUERTAS Y PERSIANAS -

a) PUERTAS - Se entregan cuatro tipos de puertas: puerta maciza o externa (hoja = 82 x 210 cm); puerta de vidrio (hoja = 82 x 210 cm); puerta interna o lisa (hoja = 72 x 210 cm - no fabricada por la empresa) y puerta terraza (2 hojas de 70 x 210 cm).

b) VENTANAS - Se entregan seis tipos diferentes de acuerdo con la utilización específica : sala (140 x 179 cm), dormitorio (140 x 140 cm), cocina (140 x 96 cm), baño (105 x 52 cm), lavabo (71 x 52 cm) y ventana-puerta (marco de 36 x 210 cm, generalmente conjugada lateralmente a una puerta maciza).

c) PERSIANAS - Están incluidas en el kit solamente las persianas para ventanas de dormitorio (140 x 140 cm), opcionalmente se pueden fabricar persianas para puerta-terraza (140 x 210 cm).

6.11 "CAIBROS" (VIGUETAS O CABRIOS) - Son piezas integrantes de la estructura de la techumbre. La sección transversal de la pieza aserrada es de 5 x 8 cm; después de la preparación la sección transversal es de 4,3 x 7,3 cm. El largo se entrega pre cortado conforme el vano entre las vigas. La cantidad a ser entregada se calcula para un espacio máximo de 55 cm. entre los ejes de los "caibros". Dependiendo de la solicitud del proyecto podrán ser usados "caibros" con sección transversal neta de 4,5 x 11,3 cm.

Los "caibros" desempeñan la importante función estructural de interligar las vigas de la techumbre y paredes del kit y son empleados para apoyo de las "ripas" (listones).

6.12 "RIPAS" (LISTONES) - Se entregan con una sección transversal neta de 1,5 x 5 cm. la cantidad se calcula para tejas cerámicas con áncora de hasta 33 cm.

6.13 "MEDIA TABUA" (FRISO) - Posee una sección transversal bruta de 2,5 x 16 cm y neta de 2 x 15 cm con una arista redondeada. Tiene como funciones: rematar todos los paneles externos de pared, inclusive en los "oitões" y proteger las extremidades de los "caibros" que forman los aleros.

6.14 "SARRAFOS" (VIGUETAS) - Son piezas de 3 x 3 cm de sección transversal, utilizadas para fijar el techo interno. Están fijos debajo de los "caibros" y planificados según el espacio de 45 cm entre los respectivos ejes.

6.15 "FORRO" (TECHO INTERNO) - Son piezas tipo revestimiento de pared con encajes tipo macho y hembra con una cara perfectamente plana. La sección más común es de 1 x 9 cm neto. El techo interno se fija en las viguetas en el sentido paralelo a la inclinación de la techumbre. Las piezas están pre cortadas conforme a la posición en que se fijarán.

6.16 MEDIACAÑA - Son perfiles en forma de cantonera, con sección transversal de 2,5 x 2,5 m netos, cuya función es rematar el

encuentro del techo interno con los componentes de la techumbre: "frechal", "oitões" y vigas.

6.17 "RODAPE" (ZOCALO) - Piezas para rematar entre el piso y la primera pieza de pared, entregados apenas para las áreas internas no húmedas. Sección transversal de 2 x 4,5 cm netos y 2,5 x 5 cm brutos.

6.18 FILETE - Perfil en forma de canaleta tipo V, utilizados para recubrir los cables del sistema eléctrico. Sección transversal externa de 2,3 x 3,3 cm neto y 3 x 4 cm brutos.

6.19 FILETE ESPECIAL - Utilizado para recubrir las cañerías de la ducha, posee formato de canaleta en V con sección transversal externa de 4,5 x 5,5 cm netos y de 5,5 x 6,5 cm brutos.

6.20 TACO DE CIERRE - Son piezas pre cortadas de pared en forma de triángulo rectángulo, cuya función es esconder la espiga de la parte más alta de los montantes del lado externo que son traspasados por el "frechal". Este debe estar fijo debajo del "frechal".

6.21 CIERRE DE LOS MONTANTES - Son piezas de media tabla con 15 cm de largo, utilizadas para rematar la parte más alta de los montantes en el contorno superior externo de los paneles de pared.

6.22 GUARNICION DE RECORTE - Son piezas de sección transversal de 2,3 x 7,3 cm netos y 3 x 8 cm. brutos, utilizadas sobre los bastidores de puertas y ventanas para rematar eventuales aberturas entre las planchas de recorte y la parte más alta de los bastidores. Esta pieza podrá ser retirada posteriormente cuando los paneles de pared alcancen la unidad de equilibrio en relación al local donde se encuentran.

6.23 TACO DE ESQUINA - Son piezas en forma de poliedro irregulares, cuya función es rematar las partes más altas de los montantes traspasados en la diagonal por vigas de rincón o de buhardilla.

6.24 ENTARIMADO - Es un componente opcional pero podrá ser entregado como componente del kit.

7. PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE LA MADERA

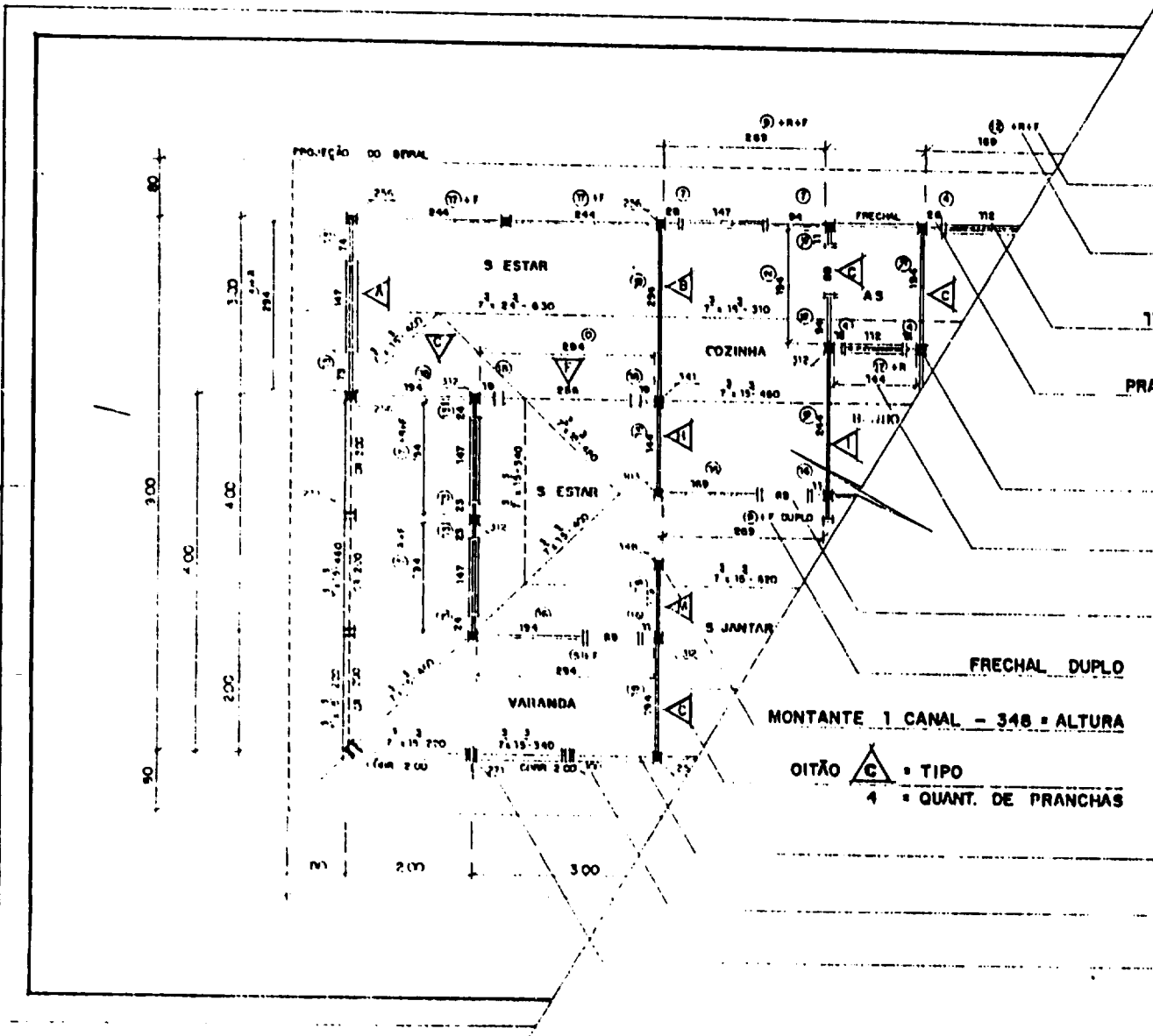
Todos los componentes de un kit tienen un padrón normalizado de acuerdo con la sección transversal neta. Para los efectos de producción y de almacenamiento, las cantidades y los largos pre cortados son calculados según la incidencia de cada pieza en la composición del kit.

La base para este cálculo son trece modelos diferentes llamados padrón. Los modelos padrón son para casas con área útil de 42 a 320 m². Siempre que los módulos básicos de largo--múltiplos de 25 cm entre ejes de paredes--sea obedecido,

los modelos padrón pueden sufrir alteraciones sin interferir en la coordinación modular de las piezas de la línea de producción.

No hay impedimento en cuanto a la producción de modelos especiales, incluyendo lo que se refiere a programas arquitectónicos. Para eso, las secciones transversales netas, largo de piezas (principalmente de planchas de pared, montantes y vigas de techumbre) y configuración de puertas y ventanas, deberán estar encuadrados en la padronización pre establecida.

Para cada proyecto de arquitectura se desarrolla un proyecto de montaje a través del cual se ejecuta la orden de producción del kit.



FRECHAL

RECORTE

112 - LARGURA ESQUADRIA + BATENTE

PRANCHA DE PAREDE 26 = TAMANHO
 (4) = QUANTIDADE

MONTANTE 3 CANAIS - 312 = ALTURA

PRANCHA DE PAREDE 144 = TAMANHO
 171 = QUANTIDADE

89 - LARGURA ESQUADRIA + BATENTE

FRECHAL DUPLO

MONTANTE 1 CANAL - 348 = ALTURA

QUITÃO **C** = TIPO
 4 = QUANT. DE PRANCHAS

VIGA $7 \frac{3}{4} \times 15$ = BITOLA
 340 = COMP

SANDUICHE 100 = ALTURA

SANDUICHE 271 = ALTURA

La orden de producción, llamada relación de componentes, determina las cantidades de todas las piezas de acuerdo con el tipo, el largo y las características de la sección transversal neta.

RELAÇÃO DE COMPONENTES	
Carro:	Cód. 3.2.129.179
CGC/CPF:	
Veículo: _____	Placa: _____
Motorista: _____	
N.F.F. nº: _____	
Data de saída: _____	

RECORTE SUPERIOR (RS)			
1	de 29	73	157 76
1	de 297	61	167 61
1	de 269	28	157 92
2	de 125	23	167 26
1	de 169	29	112 28
1	de 155	16	112 16
de			
de			
de			
de			

ESQUADRIA			
Janela		Purto	
4	H7 x 166 (JS)	2	65 x 217 (PL)
3	H7 x 147 (JO)	5	79 x 217 (PJ)
1	H7 x 103 (JC)		H7 x 217 (PK)
2	H7 x 55 (LB)	2	69 x 217 (PL)
	78 x 59 (LJ)		
	130 x 217 (LP)		Vertical
			Hija 210 (PQ)
			10 x H10 (RU)

FICHA DE CARGA	
A	129 m ²
B	23.657 m ²
L	17.3873 m ²
P	20.86 Ton.

FRANCHA (P)			
Comp	Qt	Comp	Qt
319	50		
296	64		
269	23		
266	88		
319	16		
195	122		
169	71		
144	60		
119	22		
94	23		
86	22		
76	35		
73	35		
69	50		
61	26		
29	4		
28	11		
24	26		
23	26		
21	80		
19	52		
16	8		
15	32		
11	68		

OITÃO (O) 1-282												
1	A	3	1	G	5,5	1	M	6,5		S		Y
1	B	6	1	H	9	2	N	6,5		T		Z
4	C	4	1	I	9		O			U		
1	D	5,5	2	J	9		P			V		
2	E	5	2	K	9		Q			W		
1	F	6	2	L	9		R			X		

MONTANTE											
Corno (MC)		4 Cornos (M4)		3 Cornos (M3)		Paralelo (MP)		1 CANAL		Comp	Qt
383	1ECP*	383	1ECP	383	2E*U	327	2	348	1		
383	1ECP*			348	2	312	1EP				
312	1EP			351	1EV	756	1EP				
256	2ECU			336	2						
256	2ECE			312	4						
256	1ED			256	4EP						

BATENTE	
(Inverso)	
Lmo (BL)	
c/ Rebato (BR)	
Motoro (BM)	
1 250x265	

SANDUICHE (SI)	
Comp	Qt
450	2CF
271	3L
271	1CF
300	1

COPUNÃO (CR)	
Comp	Qt
200	10
40	5

VIGA					
73 x 241 (V1)		73 x 151 (V2)		48 x 121 (V3)	
Comp	Qt	Comp	Qt	Comp	Qt
630	1	520	1	350	2
		480	1	320	2
		440	3		
		470	4		
		400	2		
		360	2		
		360	2	47 x 11; (V4)	
		310	2	Comp	Qt
		270	2	200	3
				150	2

CABRO (CA)			
Comp	Qt	Comp	Qt
340	2		
320	68		
290	5		
260	63		

MATERIAL DE ACABAMENTO						
Rolo	(RU)	616 m	Folio (FO) * (10CM)			
1/2 Corno	(1/2C)	290 m	15	de 305	de	
1/2 Torno	(1/2T)	310 m	63	de 175	de	
Fedade	(FD)	310 m	720	de 169	de	
Freme	(FL)	357 m	66	de 173	de	
Frete Especial	(FE)	15 m	98	de 97	Qual. Reserva (RQ)	
Toco Forno 4	(TF)	12 m	70	de 65	Comp	Qt
Toco de Corno 1	(TC1)	m	de	261		
Toco de Corno 2	(TC2)	m	de	152	de	
Toco de Corno 3	(TC3)	m	de	117	de	
Fechal Motoro	(FM)	14 m	de	96	de	
Sarrete	(SF)	336 m	de	86	de	
Assomero	(A)	m	de			
Coca	(D)	m	de			
FRECHAL (F) 50 m						
FRECHAL DUPLO (FD) 12 m						
1/2 FRECHAL 4 m						

La preparación industrial de cada pieza implica en la transformación de la misma, a partir de la madera aserrada, en componente de montaje del kit. Y cada componente desempeña funciones específicas en el proyecto de montaje. De esta manera, las diferentes líneas de fabricación son orientadas por un manual de producción que establece la configuración final de todos los componentes así como las respectivas tolerancias dimensionales.

El manual de producción detalla individualmente todas las piezas, desde la sección transversal bruta, de la cual las piezas serán preparadas, hasta la combinación de diferentes secciones para formar una pieza en el caso de montantes, sandwiches, puertas y ventanas.

7.1 EQUIPOS PARA EL PROCESAMIENTO

El procesamiento mecánico de la madera aserrada se hace con equipos comunes utilizados por la industria maderera, de paso sea dicho, aún no adecuados convenientemente a las especies forestales amazónicas. La eficiencia de esas máquinas es solamente satisfactoria en relación a la productividad deseada y en la reducción de desperdicios con residuos generados en la línea de producción.

Considerando las particularidades de la madera trabajada, los equipos sufrieron adaptaciones para conseguir la producción y la calidad final deseadas.

Las principales máquinas son : sierra "destopadeira" (regula el largo de las piezas), cepillo enderezador ("desempeadeira") que uniformiza el espesor y la altura de la pieza, cepillos de 4 y 5 caras acoplados a lijas, sierra circular y fresadora.

7.2 CONTROL DE CALIDAD

El programa de control de calidad está basado en la clasificación visual y en las exigencias dimensionales del manual de producción.

Considerando que desde la extracción y procesamiento primario, las especies de madera fueron clasificadas en función de la densidad básica y resistencias mecánicas, en la fase de producción industrial el control requerido es el de la clasificación visual.

Durante y después del procesamiento de los componentes son detectados defectos que pueden comprometer las propiedades físicas y mecánicas de la madera y que limiten su uso con fines estructurales.

Por regla general, la clasificación visual adoptada actualmente es semejante a la recomendada en la publicación "Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural" - PADT-REFORT/ Junta del Acuerdo de Cartagena, 1984. Debemos agregar que para la producción de planchas de pared no se permite la

utilización de piezas que contengan albura en más del 5 % de su volumen neto.

Para piezas de maderas del grupo B o C y del grupo A con presencia de albura es recomendable la preservación antes de su uso en la construcción. Este tratamiento podrá ser hecho en el montaje del kit, antes de la pintura o barnizado

7.3 PRODUCCION DE COMPONENTES ESPECIALES

De acuerdo con el proyecto de arquitectura propuesto, podrá ser necesario producir componentes que no se encuadren en la línea normal de fabricación : tales como pilares compuestos, montantes para encajes de paredes a 45°, bastidores de puertas y ventanas equipados con rebajes especiales y canales de salida de aguas. Hay proyectos que en función de las características climáticas regionales, requieren inclinación de techumbre diferenciada, paredes dobles para la interposición de aislantes térmicos, refuerzos estructurales preventivos frente a efectos sísmicos o de huracanes.

Aunque las alteraciones de esta naturaleza son más frecuentes en proyectos desarrollados para el mercado externo; aún poco representativos en relación al volumen tratado para el mercado interno, hay interés de introducir algunos de esos componentes por su significativa mejora en el sistema constructivo. Es el caso, por ejemplo, de los bastidores de puertas y ventanas exigidos para el mercados francés : éstos son mucho más eficientes en cuanto al estancamiento del agua de lluvia.

Es evidente que la inclusión de componentes especiales significa un aumento del costo de producción pero, como regla general, la versatilidad de este sistema de construcción ha permitido que la ganancia en desempeño e innovación tecnológica supere eventuales aumentos en el precio final del producto.

El principal obstáculo en el desarrollo de innovaciones de componentes para el sistema de construcción es la obsolescencia de las maquinarias brasileñas para el tratamiento de maderas macizas, aliado a la dificultad para obtener financiamiento para investigación e importación de nuevos equipos.

7.4 CONSUMO DE MADERA EN EL SISTEMA DE CONSTRUCCION

El consumo de madera aserrada para la producción de los componentes de un kit, que montados en orden resultarán en un edificio conforme a un determinado programa de arquitectura, varía aproximadamente de 0,15 a 0,20 metros cúbicos de madera bruta para cada metro cuadrado de área útil. En relación al volumen neto de madera, efectivamente usada para montar el kit, la relación media es de 0,12 a 0,14 metros cúbicos de madera industrializada para cada metro cuadrado de área útil. Por lo tanto el procesamiento de los componentes prefabricados del sistema de construcción genera aproximadamente 25 % de residuos.

Analizando detalladamente el kit padrón más representativo del sistema de construcción tendríamos:

Modelo padrón tipo CM 3.2.129.179 - Sao Paulo.

Descripción del programa arquitectónico - residencia unifamiliar, de un piso con 129 m² de área útil y 179 m² de área cubierta, con los siguientes compartimentos : tres dormitorios, siendo uno de ellos del tipo suite con baño privado, un baño de visitas, área de circulación interna, cocina, área de servicio, salas de estar y comedor y terraza.

Componente	Area de sec. Transv. (m ²)		Cantidad	Uni- dade	Volume (m ³)	
	Bruta	Neta			Bruto	Neto
Plancha de pared	5 x 16	0,0062	1325,39	m	10,6031	8,21774
Recorte	5 x 16	0,0062	15,33	m	0,1226	0,0950
Sandwich (2x)	5 x 16	0,0178	20,84	m	0,3718	0,3207
"Frechal"	5 x 16	0,0065	38,00	m	0,3040	0,2470
"Oitão" (i=28%)	5 x 16	0,045	27,35	m ²	1,3675	1,2308
Taco de cierre	5 x 16	0,0008 m3pc	12	pc	0,0228	0,0096
Corremano	5 x 16	0,0063	22,00	m	0,1760	0,1386
Viga V3	5 x 16	0,0069	5,40	m	0,0432	0,3373
"Frechal" doble	5 x 31	0,0129	12,00	m	0,1860	0,1548
Medio "frechal"	5 x 8	0,0030	6,00	m	0,0240	0,0180
"Caibro"	5 x 8	0,0031	402,70	m	1,6108	1,2484
Viga V1	8 x 25	0,0177	6,30	m	0,1260	0,1115
Viga V2	8 x 16	0,0112	73,20	m	0,9370	0,8198
Taco de esquina	8 x 16	0,0009 m3pc	4	pc	0,0132	0,0036
Viga V4	5 x 12	0,0051	9,00	m	0,0540	0,0453
Batiente 1 Rebx	8 x 12	0,0061	47,47	m	0,4557	0,2896
Batiente 2 Rebx	8 x 12	0,0057	58,12	m	0,5580	0,3313
Montante 1 canal	2(65)x12	0,0110	11,04	m	0,1722	0,1214
Montante esquina	2(65)x12	0,0098	28,70	m	0,4477	0,2813
Montante Paralelo	2(65)x12	0,0098	12,22	m	0,1906	0,1198
Montante 3 canales	2(65)x12	0,0087	47,43	m	0,7399	0,4126
Montante 4 canales	2(65)x12	0,0075	3,83	m	0,0597	0,0287
Batiente esp. Js	6,5 x 12	0,0049	5,08	m	0,0474	0,0298
Filete especial	6,5x5,5	0,0015	15,00	m	0,0537	0,0225
Media tabla	2,5 x 16	0,0030	110,00	m	0,4400	0,3300
Cierre Montante	2,5 x 16	0,0005 m3pc	14	pc	0,0140	0,0070
Zócalo	2,5 x 5	0,0006	110,00	m	0,1375	0,0660
Mediacaña	3 x 3	0,0003	290,00	m	0,2610	0,0870
Viguetas	3 x 3	0,0009	336,00	m	0,3024	0,3024
Guarnición Rec.	3 x 8	0,0010	50,14	m	0,1203	0,0501
Filete	3 x 4	0,0004	152,00	m	0,1824	0,0608
Listón	1,5 x 5	0,00075	616,00	m	0,4620	0,4720
Techo interno	1,4 x 10	0,0007	1422,98	m	1,9922	0,9961
Sub Total					22,5989	16,6968
Marcos						
Ventana sala	4 x (7;5)	0,0410	4	Jg	0,2260	0,1640
Ventana dormitorio	4 x (7;5)	0,0265	3	Jg	0,1356	0,0795
Ventana cocina	4 x (7;5)	0,0202	1	Jg	0,0340	0,0202
Ventana baño	4 x 7	0,0096	2	Jg	0,0320	0,0192
Puerta maciza	4 x 16	0,0551	2	pc	0,1478	0,1102
Puerta lisa	div.	0,0250	5	pc	0,2000	0,1250
Puerta vidrio	4x(11;5)	0,0232	2	pc	0,0696	0,0464
Persianas dorm.	4x(11;8;5)	0,0420	3	Jg	0,1998	0,1260
Sub total					1,0448	0,6905
Total general					23,6437	17,3873

Para el presente modelo que representa cerca del 26 % de los modelos comercializados tendremos :

- consumo total de madera bruta : 23,6437 m³,
correspondiendo a 0,1833 metros cúbicos de madera aserrada para cada metro cuadrado de área útil.

- volumen neto después del procesamiento : 17,3873 m³
correspondiendo a 0,1348 metros cúbicos de madera industrializada para cada metro cuadrado construido.

- volumen de residuos : 6,2564 m³; equivale a 26,46 % de diferencia entre la madera bruta aserrada y el volumen obtenido después del procesamiento.

7.5 PORCENTAJE DE COMPOSICION DE COSTOS EN LA INDUSTRIALIZACION

-materia prima-----	37,48 %
-transporte viario-----	16,09 %
-salarios y cargos sociales-----	23,12 %
-gastos industriales--	8,63 %
-depreciación de máquinas-----	2,56 %
-gastos administrativos-----	12,12 %
Total-----	100 %

Para el cálculo del precio final de venta del kit se considera la comisión de ventas, incidencia de impuestos y tributos y la remuneración de la empresa.

8. EDIFICACION DEL KIT DE MADERA

8.1 COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO

El kit de madera se entrega al consumidor desmontado, puesto en la fábrica. La mayoría de los componentes se transportan a granel, piezas con formas menores, como las de terminaciones (techo interno, mediacaña . zócalo, filetes etc.) son amarradas en paquetes.

En Brasil, los kits son vendidos por intermedio de representantes autorizados en cerca de 30 ciudades diferentes. La mayoría de las ventas, aproximadamente 80 %, están destinadas a construcciones en la región sur, sur-este y centro-oeste del país.

8.2 CONSIDERACIONES GENERALES

La comercialización de un sistema de construcción en madera en la forma de un kit de componentes prefabricados, envuelve varios aspectos diferenciados. Además de ser una práctica relativamente nueva en Brasil -menos de diez años- el consumidor de este tipo de producto debe ser adecuadamente orientado sobre todas las etapas que serán cumplidas hasta el término de la edificación.

Basado en el concepto "do it yourself", la idea es reducir los gastos tradicionales de construcción convencional, racionalizando las etapas, el consumo de materiales y la mano de obra.

El kit de madera es, en esencia, un proyecto en madera. El desarrollo de este proyecto tiene como base un sistema de construcción que deberá atender adecuadamente las exigencias de desempeño del usuario. Para que esto suceda satisfactoriamente, la interacción entre el usuario y el sistema debe ser lo más estrecha posible.

En Brasil, la falta de tradición en la construcción de habitaciones en madera es un serio obstáculo para la aceptación definitiva del producto, a comenzar por el desconocimiento de nuestros arquitectos e ingenieros civiles en relación al uso de la misma como materia prima principal de sus proyectos.

Por lo tanto, la primera condición para iniciar el proceso de construcción de manera satisfactoria es orientar adecuadamente el responsable técnico contratado por el cliente.

8.3 MATERIAL TECNICO DE APOYO

Al adquirir el kit de madera el cliente recibe los siguientes materiales técnicos de apoyo.

-Proyecto de la Municipalidad - Contiene las principales informaciones sobre el proceso de aprobación junto a los órganos gubernamentales: planta baja, cortes, fachadas, planta de la techumbre, dimensiones de los marcos y áreas de los compartimentos. Esta planta deberá ser rehecha por el responsable considerando las exigencias de la municipalidad local.

-Diseño de Cimientos - Es una planta desarrollada para un terreno ficticio, apenas para efecto de ubicar las futuras paredes del kit. En función de la carga permanente del kit, mucho más liviana que la de una casa tradicional de albañilería, el sistema de ejecución de cimientos deberá atender principalmente a las tasas permitidas del suelo donde se levantará la construcción.

-Diseño de Montaje - Es el proyecto ejecutivo del kit. Hecha generalmente en escala ampliada (1:20 a 1:30) esta planta contiene todos los esquemas de montaje del proyecto. Todos los componentes están en sus posiciones, acompañados de las respectivas dimensiones y cantidades, excepto los materiales de terminación (mediacaña, zócalo, etc.) Hay también un detalle completo de la instalación del techo interno y si fuera el caso de la colocación del entarimado u otros componentes opcionales.

-Relación de componentes del kit - Es el resumen de las cantidades, largos y tipos de materiales que constituyen el kit.

-Relación de Materiales Complementarios - Es una lista especificando todos los materiales y respectivas cantidades

básicas que no están incluidas en la entrega del kit de madera: materiales para la ejecución de los cimientos, de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, instalaciones eléctricas, tejas, cierres de puertas y ventanas, inmunización y pintura, lozas y metales sanitarios, vidrios, pisos.

-Manual de Montaje - A pesar de la empresa colocar a disposición del cliente un profesional de carpintería para montar el kit, el Manual de Montaje es la principal herramienta para acompañar y comprender el sistema constructivo. Ampliamente ilustrado, este manual presenta detalladamente todas las etapas de edificación. Trata cuestiones relacionadas con la materia prima utilizada, contratación de mano de obra, ejecución de los cimientos, instalaciones del edificio, terminaciones, conservación y mantención. En fin, trata de dar las condiciones al cliente para que él mismo administre la obra. Todos los componentes del kit son criteriosamente relacionados de acuerdo con la función desempeñada, la forma de montaje y la instalación.

9. COSTOS COMPARATIVOS

Datos Sindicato Construcción Civil de Estado de Sao Paulo.

-Revista "Construção Sao Paulo" N° 2279/80 - oct./91

Construcción de vivienda unifamiliar, un piso, con 129 m² de área útil y 179 m² de área cubierta, 3 dormitorios siendo uno de ellos con baño privado, un baño de visitas, área de circulación interna, cocina, área de servicio, sala de estar y comedor y terraza (descrita en el ítem 6.4)

CONSTR. CONVENCIONAL (LADRILLOS)	CONSTR. MADERA	Diferencia
180 a 284 US \$/m ²	151 a 230 US \$/m ²	15 a 23%

CONSTR. INTERES SOCIAL

Proyecto padrón del gobierno del estado de Sao Paulo:

Vivienda unifamiliar, un piso, con 36 m² de área útil e 42 m² de área cubierta, con : 2 dormitorios, baño, cocina y sala. Previsión de ampliación de 18 m².

Precio para un mínimo de 50 casas de 36 m² (1800 m²)

1. CONSTR. INDUSTRIALIZADA DE MENOR COSTO	2. CONSTR. MADERA	Diferencia
US \$ 103 m ²	US \$ 86 m ²	16,5%

ESPECIFICACIONES

-Paredes bloques cemento
Auto sustentable

-Puertas y Ventanas Fierro

-Tejas fibro cemento

-Pintura latex

-Pisos cemento

Kit de madera, estructura
de techumbre p/ tejas F.C.

Pisos cemento

Pintura stain

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

MAINIERI, C e CHIMELO, J.P. Fichas de Caracteristicas das Madeiras Brasileiras, IPT - S-ao Paulo, 1989

ANAIS DO I^o, II^o e III^o Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeiras, LAMEN - EESC/USP - São Carlos, 1983, 1986, 1989.

ABNT - Calculo e Execucao de Estruturas de Madeira - NBR 7190, Rio de Janeiro, 1982

SUDAM/IPT - Grupamento de Espécies Tropicais da Amazônia por Similaridade de Características Básicas e por Utilização - Belém, 1981

RIZZINI, C.T. - Arvores e Madeiras Uteis do Brasil - Manual de Dendrologia Brasileira - São Paulo - Ed. E. Blücher, 197^a.

PADT - REFORT/JUNAC - Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural - Lima, Perú, 1984