

MAD@RA

EN LA CONSTRUCCIÓN

26

Separata de EDIFICAR
Julio de 2012



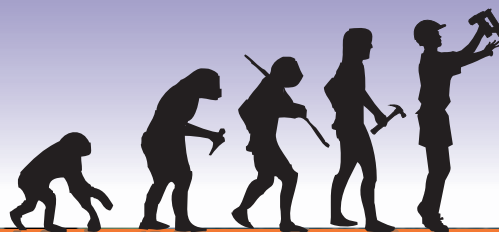
Diseño y técnicas de construcción

Edificio Ofimas

Edificio BIP Computers



la casa de la
ENGRAMPADORA



la evolución, ahora depende de usted

Editorial

Les presentamos un extracto del informe publicado en Unasylva, órgano de difusión de la FAO, a cargo de E. LEVIN quien es Subdirector y Arquitecto Jefe de la Timber Research and Development Association (TRADA) (Asociación de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico de la Madera), Hughenden Valley, High Wycombe. Bucks (Reino Unido).

En la segunda parte publicamos datos de dos obras construidas en madera, ambas en Chile.

Una de ellas es la sede de la empresa constructora GHG, que además construye oficinas para su arriendo.

La otra es un edificio de oficinas (BIP Computers) cuya construcción utiliza una estructura de vigas laminadas.

Mario Bellón

Indice

Editorial	2
Diseño y técnicas de construcción	3
Edificio Ofimas	18
Edificio BIP Computers	26

Madera en la construcción se edita como **Separata de la Revista Edificar**. Su contenido está realizado por el Equipo de Tecnología de Construcción en Madera del Instituto de la Construcción de la Facultad de Arquitectura de la Udelar, dirigido por los arquitectos Carlos Meyer y María Calone. Se entrega en forma gratuita con la edición **62** de la **Revista Edificar**. Precio de venta individual **\$ 50**

Diseño y técnicas de construcción

E. LEVIN

Diseño

DEFINICIÓN

En general, el término diseño tiene muchas connotaciones. En este documento se trata principalmente de diseño en la construcción, entendiéndose por ello el concepto de casa, elemento o componente que logra satisfacer las exigencias funcionales pertinentes para una aplicación o uso concreto (dureza y estabilidad, durabilidad, piroresistencia, resistencia al desgaste, etc.). El concepto de diseño en el sentido de tipos de habitación y reparto de los aposentos, o de distribución y planos de los solares y demás detalles urbanísticos sólo se aborda brevemente en relación con su efecto en la construcción de edificios en general y el uso de la madera en particular.

URBANIZACIÓN Y DENSIDADES DE VIVIENDAS

El impacto de las consideraciones urbanísticas, y en particular de las densidades residenciales y normas de aprovechamiento del espacio edificable sobre el uso de las construcciones de madera para viviendas baratas, puede ser de gran trascendencia. En muchas regiones del mundo en donde abundan los productos forestales, la construcción de casas de madera ha sido y sigue siendo hoy una tradición viva. Empezó siendo una especialidad de artesano basada en métodos de construcción de viviendas rurales. Su desarrollo posterior y aplicación a la construcción de

viviendas urbanas sigue basándose, por lo general, en técnicas convencionales, e incluso los sistemas más industrializados de casas de madera están concebidos principalmente para la fabricación de casas monofamiliares y, en menor proporción, para casas de viviendas múltiples de poca elevación.

En los países industrializados, y cada vez más en los países en desarrollo, la necesidad de más viviendas se concentra en las aglomeraciones urbanas. Si no se le pone coto planificando a escala urbana y regional y estableciendo controles adecuados, esta presión produce invariablemente densidades residenciales excesivas, con construcciones de gran elevación en las ciudades; alrededor de éstas se produce con frecuencia el fenómeno de cinturón muy denso de viviendas insalubres construidas con medios improvisados. Las consecuencias sociales de estos crecimientos no planificados han sido objeto de muchos estudios de índole nacional e internacional. En lo que conviene insistir aquí es que, planificando y trazando con perspicacia una urbanización, es posible lograr densidades relativamente altas con buen aprovechamiento del espacio edificable; la mayoría de las viviendas pueden ubicarse en edificios que no excedan de tres o cuatro pisos, con densidades moderadas en casas de dos pisos construidas en hileras, grupos u otras formas de reunión. Estas casas pueden construirse con estructuras de madera usando técnicas de construcción bien probadas.

Diseño y técnicas de construcción

PLANOS DE VIVIENDAS Y PRINCIPIOS DE PLANIFICACIÓN

La planificación de viviendas, tanto desde el punto de vista de la estructuración general de las casas como de la distribución de los aposentos y servicios, influye decisivamente en la economía de la construcción, cualesquiera que sean los materiales utilizados. El clima y las costumbres son factores primordiales, pero influyen también el tipo de estructura y las características y restricciones impuestas por los propios materiales de construcción disponibles. Hay pocos datos prácticos sobre la economía relativa de planos de viviendas diversos, pero que ofrezcan alojamiento comparable. No obstante, es posible indicar unas cuantas tendencias comprobadas de particular importancia para el uso económico de la madera.

1. Por regla general, los planos rectangula-



res son los más económicos, sobre todo para el uso de madera y de paneles a base de madera, por ser estos materiales generalmente rectilíneos y de forma rectangular. Dichos planos se prestan mucho mejor a la normalización de los elementos y componentes; la coordinación dimensional de los planos con los materiales disponibles puede contribuir considerablemente a evitar trabajos innecesarios (de corte y juntura) y desperdicios. Convendría adoptar la coordinación modular en la planificación si se manufacturan los materiales y componentes de edificios con arreglo a normas modulares (*el término módulo se utiliza aquí en el sentido más corriente de unidad definida de incremento para la coordinación dimensional de los componentes*). La adopción lo antes posible de normas modulares por los institutos nacionales de normalización evitará cambios costosos a la industria cuando, más tarde, la producción esté bien establecida. Uno de los modos de alentar la adopción de normas en general, y de normas modulares en particular, es imponerlas con carácter obligatorio en el sector público.

2. Para las casas de cuatro fachadas, los planos que más se acerquen al cuadrado (en su forma general) son los que dan máximo espacio habitable en el mínimo volumen cerrado; pero esta consideración queda supeditada al uso de las secciones y largos normalizados que haya en el mercado y las formas del plano quedarán dictadas por ellos.

3. Tratándose de casas en hileras, las fachadas estrechas suelen ser más económicas, tanto desde el punto de vista de los costos de construcción (servicios a pie de obra) como de los costos del edificio (v.gr.,

Diseño y técnicas de construcción

reducción de espacios a cubrir con miembros de madera en los suelos y cubiertas tratándose de crujías entre paredes medianeras).

4. En general, toda proyección que se salga del mero rectángulo aumenta los costos y debe evitarse, a menos que venga dictada por consideraciones climáticas o de orden semejante. Los planos en forma de L pueden justificarse para casas contiguas unidas formando patios; pero las limas (hoyas y tiesas) resultantes, si las cubiertas son inclinadas, aumentan los costos.

5. En el interior conviene evitar, siempre que sea posible, las crujías de gran amplitud, convirtiendo los tabiques en muros de carga (generalmente a un costo extra escaso o nulo). Tratándose de casas de dos pisos, conviene que los tabiques estén superimpuestos, siempre que sea posible, para evitar momentos de gran flexión en las viguetas de las divisiones horizontales.

Son muchos los países en donde los ministerios de gobierno, u organismos de la vivienda, además de dictar normas mínimas de alojamiento y equipo para viviendas baratas, han publicado muchos planos normalizados para que los adopten los constructores, las asociaciones promotoras de la vivienda y los particulares. En algunos países, sobre todo en América del Norte y en Escandinavia, las organizaciones de investigación forestal o institutos de promoción de la madera patrocinados por los comerciantes e industriales de la madera también han editado manuales de diseños y planos de casas de madera.⁴ Muchos de los planos

que se ofrecen (con frecuencia a un costo mínimo) son excelentes, pero los hay que no están concebidos para el sector de la vivienda barata o no se prestan a su utilización en él. Algunos planos expresan también ideas y gustos personales de los diseñadores, que no siempre coinciden con las formas de vida populares o con la economía en la construcción. Las mejores soluciones para cada país o región serán probablemente adaptaciones de los planos tradicionales de viviendas que tengan en cuenta las exigencias de los materiales y servicios modernos. Para ello podrían encargarse estudios (y en la práctica ya se ha hecho en algunos países en desarrollo) a



Diseño y técnicas de construcción

equipos mixtos de estudiantes de arquitectura y de sociología, con asesoramiento de expertos. Los planos de viviendas prototipo deben prepararse con mucho cuidado, pensando en las limitaciones que imponen la disponibilidad de productos forestales y las técnicas de producción. Por tanto, es esencial la intervención de expertos de las industrias forestal y de la construcción.

EXIGENCIAS FUNCIONALES Y SU EFECTO EN LA UTILIZACIÓN DE LA MADERA

Las viviendas tienen que satisfacer muchas y diversas exigencias vinculadas al clima, costumbres y comodidades viables. Algunas de estas exigencias no influyen, o influyen muy poco, en los métodos de construcción y elección de materiales, pero otras son decisivas a este respecto.⁵ En el Cuadro 3 se enumeran las principales cualidades, con su repercusión sobre el uso de madera o de materiales a base de madera en los elementos estructurales de casas.

⁵ Esto no significa que se tengan siempre en cuenta conscientemente las exigencias funcionales. Sobre todo tratándose de la construcción de viviendas baratas, la componenda entre lo que es funcionalmente deseable y económicamente posible con frecuencia pasa por alto normas elementales de confort. Es más, también intervienen la ignorancia y el prejuicio, en particular cuando se trata de la madera, hasta tal punto que llegan a sacrificarse la economía y el confort en aras de aumentos ilusorios de resistencia y solidez, o por razones de prestigio.

FACTORES QUE AFECTAN LA EFICACIA ESTRUCTURAL

Tres consideraciones principales gobiernan la eficacia de las estructuras de madera:

- características de resistencia de los materiales;
- medios de unión o junta entre los miembros y partes;
- las formas seleccionadas (para miembros, componentes o estructuras de construcción completas).

Durante estas últimas décadas se ha progresado considerablemente en muchos países en la tarea de fijar normas de tamaños y calidades para madera aserrada y varios tipos de paneles a base de madera⁹ con la inclusión, muchas veces, de clasificaciones por resistencia basadas en las características limitadoras de la robustez (nudos, cantos sin escuadrar, revirada, etc.). Es indispensable conocer estas normas antes de acometer todo diseño analítico y cualquier ensayo de prototipos. Se han tabulado escalas de resistencias prácticamente para todas las especies comercializadas de maderas blandas y también de muchas maderas duras. En algunos países se ha procurado simplificar el procedimiento de diseño analítico asignando a las especies de madera cuyas características de resistencia son semejantes valores de resistencia por grupos. Parece que este método tiene sus méritos cuando se piensa en la posible explotación de las especies secundarias mixtas de los bosques tropicales, cuya clasificación por grupos según la resistencia podría determinarse fácilmente partiendo de sus densidades. Se ha preconizado

Diseño y técnicas de construcción

mucho y ya se está aplicando en Malasia y en Africa oriental la asignación de valores de resistencia y elasticidad basados en una gama limitada de números preferidos.

Los grados de resistencia asignados a las maderas blandas clasificadas visualmente tienden a pecar de exceso de cautela debido a la metodología seguida para fijarlos. En cambio, las clasificaciones electromecánicas, ya introducidas en escala limitada en varios países, incluida Australia, en donde se ha venido utilizando para clasificar maderas duras, tienden a aumentar la graduación de dureza de las maderas de todas las especies a las cuales se aplica.

Cualesquiera que sean los métodos de clasificación adoptados, resulta bastante evidente que un número considerable, posiblemente la mayoría de las especies de los bosques tropicales, que en la actualidad no son explotados comercialmente, tienen características de resistencia lo bastante amplias para ser utilizables en las construcciones estructurales para viviendas.

P.A. Campbell recomienda una simple especificación funcional que divida las maderas aserradas en tres grados según su calidad: para estructuras, para construcciones (que no hayan de llevar cargas) y para carpintería. Este autor calcula que se han logrado ahorros del 15 por ciento en los costos en países de Africa oriental en donde



Diseño y técnicas de construcción

se ha adoptado este método de especificación funcional, reduciendo la norma de exigencia, especialmente de los dos primeros grados. La simplicidad de estas reglas de fijar clasificación contrastan con la fineza y complejidad de las normas que se aplican por lo general en los países muy industrializados, y de modo particular en América del Norte.

El perfeccionamiento de medios eficaces de junta ha sido uno de los principales factores de progreso en la ingeniería de la madera durante estas últimas décadas y ha favorecido la reducción progresiva del tamaño de los miembros estructurales.

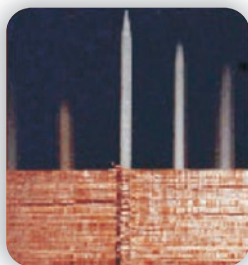
J.D. Boyd ofrece una descripción completa de todos los métodos existentes y de los factores que los afectan o influyen en su elección. Se estudian de modo particular los problemas de juntar maderas duras relativamente densas y los modos de resolverlos. La solución más corriente para juntar maderas en las viviendas en los países en desarrollo es clavándolas, como

se hace en las regiones industrializadas del mundo. Esta es también la conclusión a que llega L.G. Booth, quien, en una serie de cuadros, relaciona los métodos de junta, y sus características estructurales y económicas, con los tipos de estructuras en los que tiene mejor aplicación.

FORMAS ESTRUCTURALES

La forma geométrica de un largo de miembro, de un elemento o de toda la estructura de un edificio, determina la difusión de la carga a través de los mismos hasta los puntos de apoyo, los momentos de resistencia generados en el material como reacción a las cargas y la eficacia de su comportamiento en cuanto a la economía de materiales usados en la estructura. Las tabulaciones de Booth muestran que es grande la variedad de formas de elementos estructurales que han ido perfeccionándose con éxito en la ingeniería de la madera. Muchas de éstas se prestan de modo particular a la construcción de estructuras

- ▶ Materialmente se integra con la madera de manera permanente.
- ▶ Agarre más fuerte, conexión más estable.
- ▶ Nunca necesitará reemplazarlo.



Clavos y grampas en polímeros



la casa de la
ENGRAMPADORA

No se oxidan, ni herrumbran, ni corroen. Resistentes por tiempo indefinido en las maderas tratadas con proceso CCA o ACQ. Recomendado su uso en OSB.

Diseño y técnicas de construcción

con luces de amplitud media y larga, si bien es aún limitado el número de las usadas corrientemente en la construcción de viviendas por ser éstas, generalmente, estructuras celulares pequeñas con elementos planos para las paredes y suelos y con frecuencia también para la cubrición.

También es amplia la gama de ayudas ideadas para el diseñador, tales como tabulaciones de espacios y luces y programas de solución electrónica, para simplificar los procedimientos de diseño, ya que todas ellas son aplicables a una amplia variedad de formas estructurales, solicitaciones y maderas de resistencia diversa.

Pueden distinguirse tres tipos genéricos de estructuras con arreglo al modo de difusión de las cargas por las mismas:

1. Estructuras macizas (paredes de cabaña de rollizos, suelos de tablas) en las cuales las cargas son transmitidas por el cuerpo del elemento.

2. Estructuras esqueléticas (construcciones armadas con postes y vigas, cerchas de cubiertas, estructuras porticadas) en las cuales las cargas son transmitidas longitudinalmente a lo largo de los miembros o elementos.

3. Las estructuras planas (cubiertas laminares, suelos de paneles con revestimientos resistentes) en las cuales las cargas longitudinales y transversales son transmitidas por las membranas de los elementos hacia los elementos de contorno y por ellos a los puntos de apoyo.

Según enumerados, estos tipos estructurales resultan cada vez más económicos en cuanto al uso de material, pero también exigen progresivamente mayor fineza en el diseño y en los métodos de producción.

Las estructuras esqueléticas o entramados son las que mejor se prestan a la construcción compuesta con otros materiales y son los tipos de estructura de uso predominan-

fanatite
ADHESIVO DE POLIURETANO



FANATITE OTORGA ADHESIÓN FUERTE Y DURADERA

Actúa en superficies húmedas.

Trabaja en varios tipos de maderas tales como: algarrobo, lapacho, guatambú, paneles **OSB**, etc.

FANATITE no requiere mezclarse y rinde mucho más que otros adhesivos convencionales.



la casa de la
ENGRAMPADORA

Wilson Ferreira Aldunate 1171
Tels.: 2900 8488 - 2902 4083

www.lacasadelaengrampadora.com.uy

Diseño y técnicas de construcción

te en la actualidad para la construcción de viviendas con elementos y componentes de madera.

Sin embargo, en la práctica se encuentran muchas estructuras híbridas de construcción de viviendas en las cuales se combinan elementos de tipos diferentes (v.gr., armazones de postes y vigas con suelos y cubierta de tablazón). De todos modos, la economía en el diseño y en la construcción depende de la disponibilidad relativa y del costo de los diversos materiales necesarios, de la disponibilidad de mano de obra especializada, de los procedimientos de anclaje y de las facilidades de producción.

Las breves notas que se consignan a continuación describen los sistemas de construcción y métodos de diseño correspondientes a los diversos elementos estructurales aplicables en cada uno de los tipos estructurales genéricos, indicándose sus principales características.

ESTRUCTURAS MACIZAS

Paredes

a) Construcción horizontal cuyos miembros son rollizos o medio rollizos, frecuentemente con cantos escuadrados para dar buenas superficies de unión, superpuestos y generalmente encastrados en los nudos. Costo de montaje económico, pero derroche de material, ya que las cargas verticales son transmitidas transversalmente por los miembros en la dirección de mínima resistencia. Sujeta también a una contracción considerable en sentido vertical. Sigue estando bastante difundida su utilización para la construcción de

viviendas de recreo y chalets de montaña en las regiones forestales, pero hace falta considerable precisión y buen conocimiento del oficio para la preparación de las juntas. Se trata probablemente de la forma más antigua de prefabricación de miembros sueltos (ya precortados para montaje a pie de obra).

b) Tablas verticales machihembradas a ranura y lengüeta o con lengüeta postiza. Las tablas ranuradas por ambos cantos pueden juntarse en montaje solapado para aumentar la resistencia al alabeo. Las tablas suelen ser de 2 a 3 pulgadas de espesor, han de ser labradas con precisión y de corte recto para facilitar las juntas. Estas estructuras imponen el trasiego de materiales bastante pesados, pero son eficientes cuando basta un solo espesor de madera aserrada para satisfacer todas las exigencias funcionales. Las paredes medianeras de tablonado macizo pueden ofrecer un grado bastante alto de resistencia al fuego, pero las juntas son vulnerables; a este respecto cabe mejorar el anclaje usando machihembrados a base de ranuras y lengüetas dobles, o doble lengüeta falsa.

Losas para suelos y cubiertas

Estas losas suelen hacerse con material semejante al de los tablones para paredes, pero en tamaños lo suficientemente largos para cubrir los espacios o luces normales entre muros, vigas, correas o arcos. Pueden usarse en largos que cubran una o varias luces contiguas, o en largos variables (con espigas de encadenado en los extremos). La flexión de los extremos suele determinar la tolerancia en el diseño. Esta forma de cubrición es ideal para tramos corridos de

Diseño y técnicas de construcción

por lo menos tres luces, resultando por ello ineficientes en las unidades de viviendas pequeñas.

ESTRUCTURAS ESQUELÉTICAS

El tipo más corriente de estructura de madera que se utiliza en la construcción de los diversos elementos de una casa es la estructura esquelética. Cabe hacer una distinción entre las armazones con miembros muy espaciados, como en las construcciones de columnas y vigas, de las cuales las casas armadas con postes descritas por D.F. Percival son un ejemplo clásico, y las que tienen los miembros poco espaciados, como soportes en la construcción de paredes, viguetas en suelos y techados, y correas en las cubiertas inclinadas. El primer grupo de entramados suele diseñarse dando capacidad de carga a cada miembro por separado, mientras que en el segundo grupo la carga actúa sobre el conjunto de los miembros cuyo espaciado no excede de 2 pies (600 mm). Otro tipo corriente de estructura esquelética es el entramado porticado, si bien se usa éste con menos frecuencia en la construcción de viviendas que en otros tipos de edificaciones. La estructura porticada ofrece puntos de apoyo a las solicitaciones de las paredes y de los paneles de cubrición, pudiendo considerarse como una estructura de carga si sus elementos están poco espaciados.

Generalmente, los códigos de diseño son cautos al fijar las tolerancias para la difusión de la carga

Requisitos previos para poder construir casas armadas con postes, además de

postes de características adecuadas y equipo para el tratamiento previo de éstos con sustancias preservativas, son el uso de largos relativamente pesados de vigas de madera aserrada, así como pernos u otros medios semejantes de juntura de tamaño y grueso considerables. Otra posibilidad es hacer postes y vigas, ya sea en forma de caja (vigas cajonadas) o de doble armando planchas de poco perfil e incluso de poco largo.

Los miembros armados así tienen radios de giro y momentos de inercia mayores para determinada sección transversal, por lo que también es mayor su rigidez y resistencia al alabeo. Al parecer, se han utilizado con éxito en algunos países en desarrollo.

En algunos países es aún costumbre usar entramados de madera para hacer las paredes a base de miembros bastante espaciados, con rellenos de fabrica o de yesería y enlistonado para cubrir los huecos. Como la resistencia a la distorsión de estos paramentos es sólo moderada, suelen asegurarse con riostras en diagonal. En todas las regiones del mundo es frecuente encontrar edificios de esta clase, construidos hace siglos. Exigen mucho material y mano de obra especializada. En su versión con paños de pared membranosos siguen siendo con toda probabilidad una de las formas más populares de construcción de viviendas en el Japón.

PAREDES ARMADAS CON POSTES

En los diseños de paredes armadas con postes se parte del supuesto de que los postes recibirán suficiente apoyo lateral, ya sea por parte de los materiales de revestimiento o enlucido o mediante travesaños o

Diseño y técnicas de construcción

riostras en diagonal. En consecuencia, se les da el mismo tratamiento que a las columnas en un sistema de difusión de los esfuerzos (si el espaciado entre los postes no excede de 24 pulgadas y se calcula su capacidad de carga según el plano paralelo a la pared. Para las construcciones de uno o dos pisos, suelen ser suficientes los postes de madera blanda o de madera dura de 3×2 pulgadas o $4 \times 1\frac{1}{2}$ pulgadas. También es posible construir paredes en estructuras de tres y cuatro pisos con estos miembros ligeros duplicando los miembros de las plantas inferiores o reduciendo los espacios que los separan. Los paños de pared con armazón de postes pueden tener una altura de uno o dos pisos. También se han perfeccionado los entramados contruidos sobre plataforma y los anclados directamente a los cimientos, así como unas cuantas variantes de estos sistemas básicos de armazón adaptados a varias técnicas de producción y edificación.

La armazón con postes para construcción de paredes tiene tres grandes ventajas:

1. Los miembros necesarios para el entramado son de dimensiones pequeñas y de poco largo (pueden juntarse dentro de la altura de la pared trozos muy cortos). Esto permite sacar el material de árboles muy pequeños, secar la madera rápidamente al aire y, si es necesario, tratarla más fácil y completamente con preservadores.

2. Los métodos de producción van desde la construcción a pie de obra hasta el armado en fábrica de paneles pequeños o grandes.

3. Por lo general suelen bastar los procedi-

mientos más sencillos de ensamblado: clavado de los extremos o clavado oblicuo de los miembros de entramado y clavado o engrapado de los forros, revestimientos, etc. Los paños de pared armados con postes suelen apoyarse directamente sobre planchas de asiento o sobre los miembros de contorno de los pisos suspendidos, que pueden proyectarse para que sirvan de vigas de transmisión de la carga a las zapatas de cimentación, como en el caso de estructuras de columnas y vigas muy espaciadas.

Es posible diseñar paredes medianeras con entramado ligero de postes para lograr gran piroresistencia e insonorización, pero es necesario recurrir a la construcción mixta, con uso de tablones a base de madera o carbón yeso para el forrado, con rellenos de acolchados minerales, o bloques aislantes o cortezas granuladas (*Se ha logrado aumentar la piroresistencia de tabiques con armazón de postes y revestimiento de madera terciada de 1/4 de pulgada de 12 a 63 minutos, relleno los espacios entre los postes con corteza desmenuzada de secoya en densidades de 1,7 libras por pie cuadrado*); los postes alternados con enguatados entretejidos, o tabiques dobles con una separación hueca de 6 pulgadas o más ofrecen las mejores soluciones. El sistema de tabique doble permite introducir una pantalla delgada e incombustible hecha de ladrillos o de aglomerados entre las armazones de postes.

Otro material que da excelentes resultados para este uso son las losas de cemento y lana de madera. Las pantallas hechas con estas losas se consideran no combustibles; ofrecen un alto grado de piroresistencia, insonorización y aislamiento térmico.

Diseño y técnicas de construcción

Además, pueden clavarse directamente al entramado de madera o fijarse con mortero de cemento (*un grupo de estudio internacional, que se reunió a iniciativa de la ONUDI, ha puesto de relieve las ventajas particulares de las losas de cemento y lana de madera en las construcciones económicas y la conveniencia de aumentar su producción y utilización en los países en desarrollo*)

ENTRAMADOS PARA SUELOS Y CUBIERTAS HORIZONTALES

El entramado de uso más corriente para cubiertas horizontales y suelos que no han de soportar grandes cargas está formado por viguetas poco espaciadas tendidas entre paredes entramadas, paredes

macizas o vigas. Las viguetas se recubren con tablones extendidos sobre las mismas, generalmente en sentido diagonal. El tablonado puede hacerse a base de tablas aserradas y cepilladas con cantos escuadrados o machihembrados a lengüeta y ranura, o a base de madera terciada o tablones de partículas. Todos estos materiales suelen sujetarse mediante clavado de superficie (o disimulado en algunos tipos de entarimado machihembrado o tablas de piso). El espaciado entre las viguetas suele ser determinado por la resistencia máxima de las tablas al pandeo, pero los entarimados machihembrados a lengüeta y ranura con maderas blandas de 3/4 de pulgada de espesor pueden cubrir espacios de 24 pulgadas sin sufrir excesivo pandeo. Si



Diseño y técnicas de construcción

conviene, pueden usarse maderas de pequeña dimensión, por ejemplo de anchura no superior a 6 pulgadas, para cubrir luces de hasta 12 pies o reduciendo el espaciado entre las viguetas.

La relación entre la anchura y el grueso de las viguetas es un factor importante en la economía de diseño y cuanto mayor sea la razón mayor será dicha economía. Las dos condiciones restrictivas son:

1. Grueso mínimo necesario para el anclaje (para trabajos a pie de obra, probablemente 1½ pulgada.
2. La sujeción lateral existente; con cielo raso, la razón puede llegar a 7 o más, pero irá reduciéndose si el único refuerzo entre las viguetas es de relleno, bajando ésta a 5 si la única sujeción contra el alabeo viene de las tablas de piso.

CUBIERTAS INCLINADAS

Las estructuras de madera para cubiertas de casas son de uso corriente en el mundo entero y existe una gran variedad de sistemas estructurales que, por lo general, sólo exigen la utilización de miembros de entramado ligeros. La clasificación de los materiales para cubiertas según el modo de apoyo es probablemente la más práctica, ya que el tipo y existencia en el mercado de las diversas clases de materiales para cubiertas será casi siempre el factor que decida la elección. Cabe distinguir tres categorías principales de material para cubiertas, que se relacionan al final del Cuadro 4, en el que figuran los principales sistemas de entramado de uso actual, sus características y limitaciones, con los materiales de cubrición que mejor se adaptan a los mismos.

De los sistemas de armaduras de cubierta anteriores, sólo los cabrios cerchados y las



Diseño y técnicas de construcción

correas recrecidas son componentes normalmente producidos en serie en los talleres. En cuanto a los demás, es frecuente que sean recortados, muescados o preparados de algún modo antes de la entrega, para su montaje a pie de obra.

ESTRUCTURAS PLANAS O LAMINARES

Los diafragmas estructurales son elementos de pequeño espesor, generalmente rectangulares, proyectados para resistir los esfuerzos cortantes y transmitir las sobrecargas laterales, como el empuje del viento, hacia los miembros del contorno y por ellos a otros elementos de apoyo o a los cimientos. Los revestimientos de paredes y tabiques pueden actuar como membranas verticales y los de los suelos y cubiertas como membranas horizontales, inclinadas o curvas.

Es de máxima importancia la eficacia de las juntas con los miembros del perímetro y con los miembros intermedios. Las juntas a pie de obra suelen ser por clavado, cuyo espaciado y disposición conviene determinar matemáticamente o basar en ensayos previos. En los elementos hechos en fábrica se utiliza con frecuencia el clavado, el encolado-clavado o el engrapado. A continuación se da una lista de construcciones de revestimientos membranosos por orden de eficacia creciente:

1. Entablado transversal, en sentido perpendicular a los postes, cabrios, etc. La resistencia a los esfuerzos cortantes es baja²² debido enteramente a los pares de fuerzas del clavado en la intersección o a la fricción cuando se usa una sola hilera de clavos.

2. Entablado diagonal. Aunque las tablas absorben parcialmente el momento de flexión, la principal resistencia a las cargas consiste en compresiones directas o tensión en el eje. Estas solicitaciones son máximas en los contornos, por lo que son vitales las juntas.

3. Dos capas de entablado diagonal, perpendiculares entre sí. Esta estructura es mucho más rígida y se comporta en la práctica como una lámina continua. Una de las capas se proyecta para recibir la compresión en el eje y la otra para recibir la tensión.

4. Revestimiento con madera terciada. Como en el entablado diagonal de dos capas, no se introduce ningún momento de flexión en los miembros del perímetro que han de proyectarse teniendo en cuenta únicamente las solicitaciones axiales. Según las cargas y el espaciado de los miembros de la estructura, pueden tolerarse reducciones del espesor a mínimos de 1/4 de pulgada o menos (*pueden utilizarse materiales laminados distintos de la madera terciada si se conocen sus características de resistencia o el diseño ha sido determinado por medio de ensayos*).

PANELES DE REVESTIMIENTO RESISTENTE PARA SUELOS Y CUBIERTAS

Generalmente los paneles de revestimiento resistente están hechos con láminas de madera terciada que van encoladas en los extremos superior e inferior de los miembros longitudinales del entramado (a veces únicamente en el extremo superior), de modo que el conjunto de la estructura actúa como una serie de vigas compuestas

Diseño y técnicas de construcción

en forma de doble I o de T. El espaciado de los miembros de entramado (almas) lo decidirá el ancho efectivo de los cuarterones de madera terciada utilizados.

La continuidad de los miembros y de los revestimientos es esencial y también lo es una adherencia adecuada. También se ha utilizado con éxito el clavado siguiendo disposiciones cuidadosamente calculadas. Los paneles de revestimiento resistente son de extraordinaria ligereza con relación

a su rigidez y capacidad de carga. En particular, los tipos de doble membrana tienen una anchura considerablemente reducida en comparación con la construcción normal a base de viguetas y tablas.

El tamaño de los paneles queda limitado por el dimensionado normal de los miembros de armazón y de la madera terciada (aunque éstos pueden encolarse eficientemente). Los anchos más corrientes de paneles son 3 y 4 pies y los largos hasta 16 pies. Como en el



Diseño y técnicas de construcción

caso de las construcciones de diafragmas, es posible utilizar materiales laminados diferentes de la madera terciada (v.gr. tableros de partículas), pero las características estructurales de esos laminados, en particular las relativas al arrastre y deslizamiento interlaminar, han de tenerse muy en cuenta en relación con la intensidad de las solicitaciones proyectadas.

Aunque con menos frecuencia, también se han utilizado los paneles de membrana

resistente en la construcción de paredes, para cuyo diseño entran en juego las mismas consideraciones.

Tienen la ventaja de que permiten hacer construcciones ligeras, pero el inconveniente de que los materiales son algo más caros y, generalmente, sólo pueden producirse en el régimen controlado de un taller.

El aislamiento acústico de estas paredes es mediocre, debido a su rigidez y escaso peso.



Edificio OFIMAS en Chile

El encargo consiste en remodelar una casa de dos pisos para transformarla en oficinas. Esta casa se anexará a una remodelación existente de dos casas ya modificadas. Se deben unir estas dos

edificaciones creando un acceso único para ambas. En la casa nueva se ubicarán oficinas para arriendo de 9 m² aproximadamente y las dependencias de la Constructora GHG.



Edificio Ofimas

El segundo condicionante del encargo consiste en la utilización de Madera Laminada Encolada (MLE) en el proyecto, ya que los dueños de la Inmobiliaria son propietarios de la fábrica de Madera Laminada INGELAM.

Además, el mandante solicita remodelar la casa de manera de respetar el estilo definido en las remodelaciones anteriores, manteniendo así la imagen urbana de esta calle con casas de dos pisos y mansardas.

Arquitectos: **Waldo Urquiza Gómez, Cristián Schmitt Rivera**

Arquitectos Colaboradores: **Ricardo Andrade, Sebastián Leiva, Jorge Gutiérrez**

Asesor Madera Laminada: **José Gómez Llantén**

Ingeniero Estructural: **Juan Acevedo Kallens**

Planos de Fabricación MLE: **Verónica Ugarte**

Constructora: **GHG S.A.**

Fabricación Madera Laminada: **INGELAM**

Mandante: **Inmobiliaria OFIMAS**

Ubicación: **Providencia, Santiago de Chile**

Superficie Construida: **800 m²**

Materiales predominantes: **Madera Laminada Encolada, Piedra Pizarra, Aluminio, Yeso Cartón, OSB, Madera Aserrada.**

Año Proyecto: **2007**

Año Construcción: **2008**

Fotografías: **Mathias Jacob Dünner, Waldo Urquiza Gómez**



Edificio Ofimas

Se define levantar un edificio completamente construido en madera, que se ubique entre las dos casas existentes (de albañilería). Este edificio funciona independiente estructuralmente, pero se une programática y visualmente en su interior.

Se define dar a la casa a remodelar una imagen exterior muy similar a las remodelaciones existentes, con

mansarda, muros estucados pintados y ventanas.

Esto permite dar unidad al conjunto total, lo que fue parte del encargo del mandante.

El edificio de madera que se inserta entre las casas existentes, se propone como un cuerpo sobrio, con elementos rectos y de una presencia más liviana, contrastando la imagen maciza de lo existente.





**Edificio Ofimas
Constructora GHG**

Edificio Ofimas

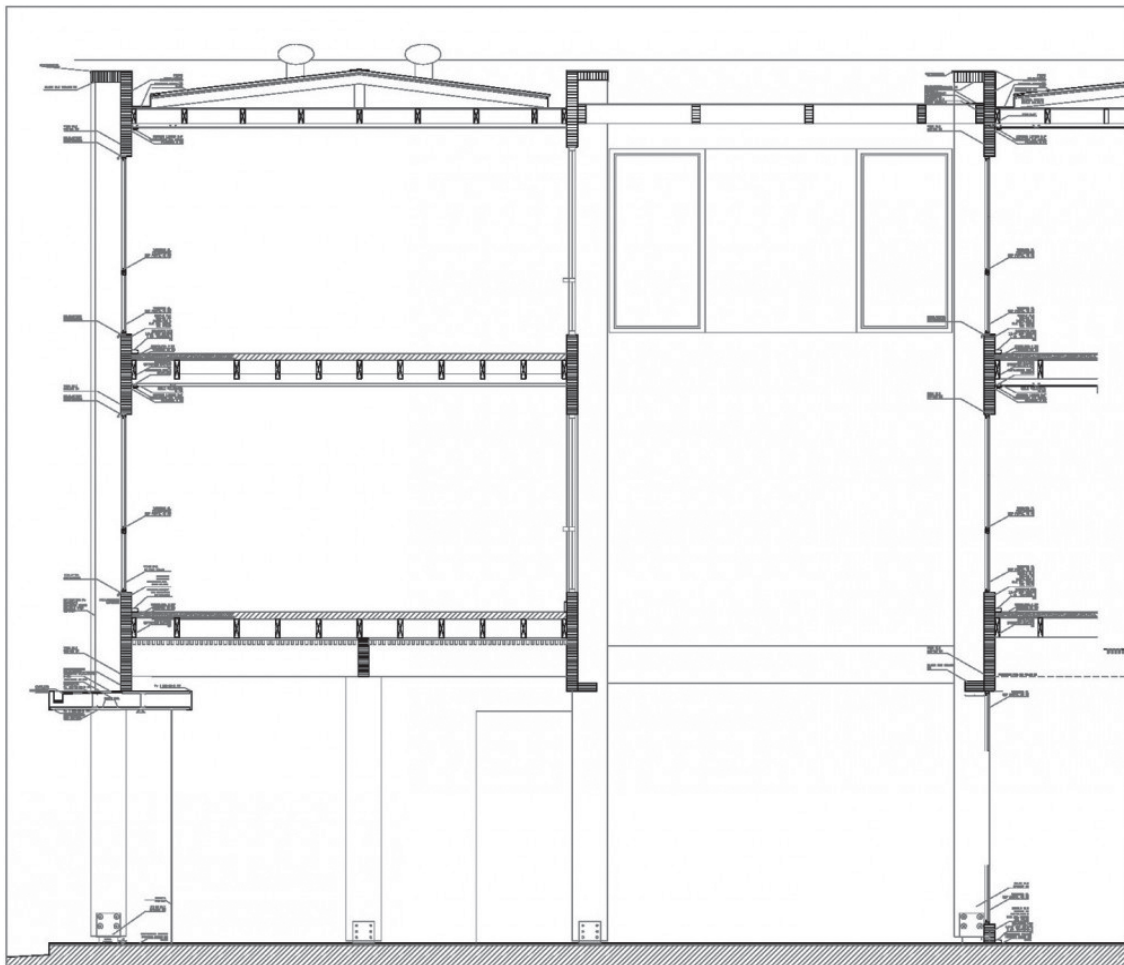
Esta diferenciación visual se da solo exteriormente, al interior se unifica todo el espacio no diferenciándose entre el sector remodelado y la nueva construcción.

En el edificio de madera se configura una triple altura. Esta permite la iluminación y ventilación natural de las oficinas. Además este espacio se

relaciona con la circulaciones verticales y horizontales, dándole vida al espacio y creando perspectivas interiores lo más extensas posibles dentro de lo acotado del edificio.

Madera Laminada.

El edificio se construye con Pilares y Vigas de MLE. Estas piezas se



Edificio Ofimas

sobredimensionan en sus secciones para cumplir con la Normativa de Protección ante el fuego. Además de darles una mejor proporción visual.

A las vigas se les da una altura mayor a la requerida estructuralmente, para que funcionen como antepechos y dinteles, simplificando de esta manera la construcción y la imagen interior.

La remodelación de la casa también se realiza con elementos de MLE. Se estructuran los entrepisos con Placa de OSB y Hormigón liviano; los tabiques se construyen con pilares de MLE y paneles opacos entre oficinas y para los tabiques que dan a los pasillos, se utilizan marcos de aluminio y vidrio, dándole de esta manera luz natural a estos espacios.



Edificio Ofimas

En Chile, la Madera Laminada ha quedado relegada a edificios que requieren grandes luces, como edificios industriales, bodegas, gimnasios y pasarelas.

Este proyecto busca investigar las

posibilidades de este material en la construcción de edificios con otros programas y en remodelaciones. El comportamiento del edificio durante el reciente terremoto fue óptimo, lo que demuestra las excelentes propiedades mecánicas de este material.



Vigas Laminadas

STOCK DISPONIBLE
PROYECTOS ESPECIALES

- Pisos / Entrepisos
- Molduras / Lambris
- Estantes a medida
- Porcelanatos españoles
- Eucaliptus finger - joint secado en horno



RAICES S.R.L.
INDUSTRIA DE LA MADERA

Daniel Fernández Crespo 1838 - Montevideo
Tel/Fax: 2402-1159 / 2401-9122
Ruta 90 km 57 - Tel.: 4740-2112 - Paysandú
Ruta 5 km 181,500 - Tel.: 4362-5997 - Durazno
ventas@raices.com.uy

www.vigaslaminadas.com.uy

Edificio BIP Computers

Este Edificio de Oficinas se levanta entre dos casas antiguas (1936), que fueron refaccionadas y que no están protegidas por alguna ley de conservación histórica. El proyecto mantuvo el 80% de lo antiguamente edificado y de la superficie total

construida de 1174 m² que incluye el edificio, estas casas representan el 44%. El conjunto ocupa un sitio que permite construir un edificio de 12 pisos y esto determina un alto valor del suelo, a su vez desprecia el valor de cualquier construcción que no lleve esa altura.



Edificio BIP Computers

Con estas premisas y con el objetivo de dar un valor económico a un edificio nuevo de solo tres pisos, se eligió levantar una estructura de madera laminada, evitando una contraproducente demolición con la venta del sitio.

La madera Laminada ofrece la operación ineludible de desarmar, y abre la posibilidad de volver a

levantarlo en otro sitio, el diseño de este edificio así lo permite, y quizás sino es así, por ser de madera, puede que sus vigas se transformen en puertas y años después una puerta sirva de cubierta para una mesa. Esta es una condición de valor en Arquitectura y en Urbanismo, que personalmente llamo "Transitividad".

Otras ventajas que se incorporaron al





Edificio **BIP Computers**

Edificio BIP Computers

diseño de esta estructura fueron: la elección de una misma sección de viga recta para todo el edificio, que permitió laminar la madera con rapidez, y que

esta sección fuese elegida de un catálogo de la Empresa Arauco, 9 x 34,2 cm, una medida que considera una eficiencia en el corte del árbol.



Edificio BIP Computers

Finalmente es importante mencionar que la madera utilizada es incentivo de reforestación, por pertenecer al tipo de madera de bosque renovable y es el

material de construcción que menos emisiones de carbono produce, para consideración a nuestros cambios climáticos.



Edificio BIP Computers



Arquitecto: **Alberto Mozó Leverington**

Arquitectos Colaboradores: **Francisca Cifuentes, Mauricio Leal, Luis Fernández**

Año Proyecto: **2006**

Año Construcción: **2007**

Superficie Terreno: **1654m²**

Superficie Construida Edificio Madera: **623m²**

Ubicación: **Av. Francisco Bilbao 2296, Providencia, Santiago de Chile**

Cliente: **Nicolás Moens de Hase**

Cálculo: **Juan López Ingenieros**

Constructor: **Estructura Madera Arauco S.A + Constructora Las Torcasas**

Terminaciones: **Constructora Cuatro Vientos**

Materialidad: **Madera Laminada Pino Radiata, Vidrio.**

Fotografía: **Cristobal Palma**



- ENGRAMPADORAS
- CLAVADORAS
- ENSAMBLADORAS
- MAQUINAS ESCUADRADORAS
- SIERRAS INGLETADORAS
- PEGADORAS DE CANTO
- PANTOGRAFO PARA ALUMINIO
- ACCESORIOS PARA CUADROS
- EXHAUSTORES
- ADHESIVOS

Representante de las prestigiosas marcas:



fanatite
ADHESIVO DE POLIURETANO



la casa de la
ENGRAMPADORA

Wilson Ferreira Aldunate 1171
Tels.: 2900 8488 - 2902 4083
www.lacasadelaengrampadora.com.uy