

CAPITULO 1
GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Debido al desconocimiento de la aplicación de técnicas de construcción en madera, el material es considerado secundario para viviendas en algunos países de Latinoamérica, esto no ocurre en Estados Unidos, Canadá y países nórdicos en los que el clima somete a la construcción a las más duras pruebas.

En América del Sur, Chile y Argentina han utilizado este sistema constructivo durante generaciones con éxito debido al empleo de tecnología adecuada.

Históricamente la madera ha sido percibida como un material no apto para la construcción de viviendas, lo que se ha reforzado con su uso en mediaguas, viviendas de emergencia y en sistemas constructivos deficientes en términos de diseño, seguridad y habitabilidad.

Es el caso de la realidad nacional, en donde no existe industria o pequeña industria constructora que utilice un sistema industrializado para la edificación de viviendas en madera.

Con el propósito de fomentar el uso de la madera como material de construcción en el país se pretende investigar aspectos como el aumentar la innovación tecnológica en los materiales en el cual la madera tiene buenas oportunidades por cuanto se trata de una industria en desarrollo y desarrollar un concepto llamado "de buena casa", que se traduce en entregarle al habitante un mayor grado de satisfacción y tiene relación con las ventajas comparativas que ofrece la madera desde el punto de vista sísmico, de sustentabilidad y confort ambiental, muy superiores en comparación a otros materiales.

El uso de las tecnologías que nos guiara en el cómo construir viviendas en madera, el comportamiento del material, y la metodología hacen que el objetivo sea un producto de calidad y economía, que se pueda adaptar a la forma de vida de la gente a la que se las destina.

Es una temática y un desafío muy grande porque hay que entender otros parámetros culturales y tener en cuenta que la solución habitacional propuesta abarque a la mayor parte posible de habitantes que no poseen vivienda.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria de la construcción está cambiando a una velocidad impresionante. Y se manifiesta día a día con significativas transformaciones en el modo de gestión, que incorpora calidad, especialización, productividad, nuevas tecnologías y más información. Cambios que son ocasionados por el fenómeno de la globalización. Uno de ellos, es la consolidación del mercado, es decir, “quedan unas pocas empresas constructoras grandes y el resto son especialistas o de nicho.

Pero esa empresa mediana que hacía de todo un poco, no tiene destino”¹
Producto de la globalización las empresas comienzan a reforzar su marca y buscar su espacio. De las grandes constructoras que hoy existen van a subsistir sólo unas cuantas, como en todas partes del mundo. Las otras se van a fusionar, van a ser parte de la fusión, o van a quedar como subcontratistas. Las de menor tamaño, probablemente tenderán a una cierta especialización. Eso implica tomar opciones, o sea, dedicarse a una parte de las actividades y permitir que otros integren actividades distintas.

Eso es parte de la evolución de la industria y depende, en gran medida, de la vocación empresarial, de la capacidad, y de la definición de su espacio.

Las que no estén en esa lógica van a quedar fuera. Esta situación es una realidad y que la única forma de revertirla es enfrentándola, las que no sobreviven serán reemplazadas por aquellas que sí han percibido los cambios. “Hay mucha gente que aún no se ha dado cuenta. Un constructor de una provincia que diga ‘a mi no me llega’ está equivocado, es un problema de tiempo. El que no se sube al carro se le va el tren y tiende a extinguirse”²

Es probable que algunas empresas desaparezcan y que las que se den cuenta, tomen su nicho, su factor diferenciador. Lo que estas últimas están diciendo es ‘me diferencio porque soy especialista y me contratan por esto, o soy grande y compito por volumen’, tomando en cuenta que la especialización es sinónimo de calidad. Es así que la globalización produce una “nueva cultura de la construcción”, con un creciente grado de especialización y cambios en el modo de gestión.

^{1,2} www.cdt.cl/publicaciones

Por lo mismo, para afrontar estas transformaciones, es necesario estar informado de lo que hay disponible en tecnología, un efecto positivo inmediato es la posibilidad de aumentar la introducción de nuevas tecnologías.

Como por ejemplo, los paneles en madera industrializados, la introducción de un rayo láser a las tradicionales motoniveladoras para la construcción de caminos, por nombrar algunas, que han producido ahorro de tiempo, de costos y de mano de obra.

La industrialización de los procesos es el campo más importante de mejoramiento de la productividad para el sector de la construcción.

Partiendo de estas premisas, se organizó un viaje a Chile, con el objetivo de conocer en terreno la implementación del sistema constructivo industrializado de vivienda en madera unifamiliar de dos pisos. Se tuvo la oportunidad de tomar contacto directo con la experiencia y los proyectos de la constructora chilena Fourcade, capacitándose y conociendo los procesos industriales de producción de madera en la ciudad de Loncoche, en prefabricación industrial de viviendas y montaje en obras en ejecución en las ciudades de Temuco y Valdivia.

De esta experiencia en Chile, se brindarán elementos que aportarán al conocimiento del uso del sistema constructivo industrializado de vivienda en madera, empleando la madera que se produce en las plantaciones forestales del Ecuador específicamente pino insigne, eucalipto y teca, el cual ayudará a la industria de la construcción de nuestro país, afrontar las transformaciones que la globalización está ocasionando.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Explicar el proceso constructivo industrializado de vivienda en madera unifamiliar de dos pisos, empleando la madera que se produce en las plantaciones forestales del Ecuador específicamente pino insigne, eucalipto y teca. Con el objetivo de revertir la falta de conocimiento de la metodología para el desarrollo de un proyecto de construcción de vivienda en madera con el uso del sistema industrializado.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las características que definen la aptitud del pino insigne, eucalipto y teca para su utilización en estructuras de vivienda.
- Saber los aspectos relevantes que debemos considerar en un proyecto de construcción de vivienda en madera con el uso del sistema industrializado.
- Conocer la fabricación en la industria de los elementos que conforman la estructura de la vivienda en madera.
- Comprender el proceso de montaje de los sistemas estructurales de la vivienda y la ejecución de las instalaciones sanitarias y eléctricas.
- Advertir los revestimientos que se colocan en la vivienda de madera.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo consiste en explicar el proceso constructivo industrializado de vivienda en madera unifamiliar de dos pisos, con el empleo de madera que se produce en las plantaciones forestales del Ecuador específicamente pino insigne, eucalipto y teca.

La explicación de este proceso constructivo industrializado permitirá revertir la falta de conocimiento de la aplicación de este sistema constructivo, incorporando calidad, especialización, productividad y una nueva tecnología a la industria de la construcción de nuestro país, los cuales le serán útiles para afrontar las transformaciones que la globalización está ocasionando.

1.5 MARCO DE REFERENCIA

1.5.1 MARCO TEÓRICO

La necesidad de reducir los plazos en la construcción y de mejorar y garantizar la calidad de terminación del producto, ha conducido a que gran parte de los elementos que conforman la estructura de la vivienda sean fabricados y armados en industrias especializadas o en talleres de las propias empresas constructoras y cuya aplicación se ha ido acentuando en la medida que aumenta la mecanización de los procesos constructivos.

Este sistema básicamente consiste en la fabricación de paneles que están conformados por bastidores de perfil de madera, provistos de revestimiento que le imprimen la rigidez y arriostramiento al conjunto. A cada panel que corresponde se le incorpora la instalación eléctrica, sanitaria, aislamiento térmica, barreras de vapor y humedad, puertas y ventanas, para luego ejecutar en obra los anclajes a la fundación, uniones de encuentros y colocación de revestimientos.

La gran fortaleza que ofrece este sistema constructivo es el fácil armado de los elementos estructurales que conforman la vivienda, por lo que las soluciones de las uniones como pernos, piezas de madera, clavos y perfiles de acero son de fácil acceso y simple mecanismo.

1.5.2 MARCO CONCEPTUAL*³

Alféizar: Pieza horizontal soportante en elementos de ventana. Por lo general es utilizado sólo en tabiques soportantes perimetrales. Su estructuración dependerá de la longitud o ancho del vano, tipo y materialidad de la ventana que se especifica.

Anhidra: Cuerpos en los cuales su estructura no presenta moléculas de agua.

Anisotrópico: Propiedad característica de la materia cristalina según la cual la intensidad de una o varias propiedades vectoriales varía según la dirección.

³ Alexander Fritz Durán. "La Construcción de Viviendas de Madera". Corma. Santiago de Chile. (2004; Unidades 8 -11)
http://diccionarios.elmundo.es/diccionarios/cg/lee_diccionario.html

Apilado: Amontonar o colocar en una pila la madera.

Cadenetas: Elementos que se ubican entre las vigas, permitiendo repartir las cargas y sobrecargas. Evitan las deformaciones laterales, volcamientos y posibles alabeos de las mismas.

CCA: Cobre, Cromo, Arsénico, usados en el tratamiento de la madera para evitar la acción de diversos agentes.

Crucetas: Elementos rectos que se disponen en forma diagonal entre las vigas y que desempeñan la misma función de las cadenetas. Ofrecen la ventaja de mantener ventiladas las vigas.

Cumbrera: Arista superior horizontal más alta que separa dos aguas de la techumbre.

Despiece: Acción mediante la cual se separan los trozos de madera cortada

Dintel: Corresponde al conjunto de una o más piezas horizontales que solucionan la luz en un vano de puerta o ventana. En el caso de tabiques soportantes, puede tratarse de dinteles de ambos tipos de vano. En el caso de tabiques auto-soportantes, por lo general, se trata sólo de dinteles de puertas. Su estructuración dependerá de la luz y de la carga superior que recibe.

Enrastrelado: Conjunto de tiras estrechas y largas de madera que se colocan una tras otra para permitir el flujo de aire entre ellas.

Entramado de entrepiso: Plataforma de madera del segundo nivel que absorbe las cargas del peso propio y de uso (permanentes y transitorias), transmitiéndolas a los tabiques de paredes soportantes, vigas maestras o dinteles.

Escuadría. Las dos dimensiones de la sección transversal de una pieza de madera que está o ha de ser labrada a escuadra.

Espárrago o chicote. Cilindro metálico roscado, que está fijo por un extremo, y que, pasando al través de una pieza, sirve para sujetar esta por medio de una tuerca.

Fenólico. Derivado del alquitrán que se usa como antiséptico, como sintetizador de colorantes y en la obtención de resinas.

Frontón: Tabique soportante, generalmente triangular, con el que se remata la techumbre.

Fundación: Es una base de sustentación permanente que requiere toda edificación bajo el nivel natural del suelo, encargada de recibir diferentes esfuerzos y transmitirlos al suelo.

Jamba (centro de ventana): Pieza vertical soportante que complementa la estructuración de vanos en puertas y ventanas. Su función principal es apoyar la estructuración del dintel.

Lana de vidrio: Es un material constituido por fibras entrecruzadas en forma desordenada compuesta de sílice en forma de arena, carbonato de sodio y sulfato de sodio y potasio además de carbonato de calcio y magnesio. La lana de vidrio es incombustible e inatacable por agentes exteriores (aire y vapor de agua).

Las aguas: Son superficies planas e inclinadas, encargadas de recibir la lluvia y/o nieve.

Limahoyas: Elemento angosto que va sobre la arista inclinada que se genera en la intersección de dos aguas, recibiendo y canalizando las aguas lluvias.

Limatón: Elemento angosto que va sobre la arista inclinada que se genera en la intersección de dos aguas, separando el escurrimiento de las aguas lluvias.

Pie derecho: Pieza vertical unida por medio de fijaciones clavadas entre las soleras superior e inferior. Su principal función es transmitir axialmente las cargas provenientes de niveles superiores de la estructura.

Pilarejo. Elemento arquitectónico de soporte, por lo común exento, de sección poligonal.

Radier. Zona interna entre sobrecimientos que confina los materiales que conforman la plataforma de hormigón.

Solera inferior: Pieza horizontal inferior que fija, por medio de uniones clavadas, todas las piezas verticales tales como pie derecho, jambas y muchachos. Su función principal es distribuir las cargas verticales hacia la plataforma.

Solera Superior: Pieza horizontal superior que une, por medio de uniones clavadas, todos los elementos verticales tales como pie derecho, jambas y puntales de dintel. Transmite y distribuye a los componentes verticales las cargas provenientes de niveles superiores de la vivienda.

Tabiques: son elementos entramados compuestos por piezas verticales y horizontales de madera que se distribuyen de forma similar e independiente del

tipo de servicio que presten, ya sea como elemento constructivo resistente o de separación entre recintos.

Tabique soportante: Es todo elemento vertical que forma parte de la estructura resistente de la vivienda, diseñado para soportar cargas estáticas y dinámicas.

Tabique autoportante: Es todo elemento vertical que cumple funciones de separación entre los recintos interiores de una vivienda y que sólo pueden recibir cargas de magnitud reducida.

Techumbre: Toda estructura de una edificación ubicada sobre el cielo del último piso, cuya función es recibir un recubrimiento para aislar a la vivienda del medio ambiente, protegiéndola del frío, calor, viento, lluvia y/o nieve.

Transversal cortafuego: Pieza componente que separa el espacio entre dos pie derecho en compartimientos estancos independientes. También es llamada "cadeneta". Su función consiste en bloquear la ascensión de los gases de combustión y retardar la propagación de las llamas por el interior del tabique en un eventual incendio.

Vigas: Elementos estructurales lineales (horizontales o inclinados), que salvan luces y que son solicitados por reacciones tales como: peso propio, sobrecargas de uso, viento, nieve y montaje, entre otros. Trabajan principalmente en flexión y corte. Un conjunto de vigas es lo que conforma básicamente el entrepiso.

Viga maestra: También conocida como viga principal, aquella sobre la cual se apoyan otros elementos estructurales, directa o indirectamente.

Xilófago. Se dice de los insectos que roen la madera.

1.6 HIPÓTESIS DE TRABAJO

La explicación del proceso constructivo industrializado de vivienda en madera unifamiliar de dos pisos, con el empleo de madera que se produce en las plantaciones forestales del Ecuador específicamente pino insigne, eucalipto y teca, permitirá revertir la falta de conocimiento en la industria de la construcción de nuestro país, para afrontar las transformaciones que la globalización está ocasionando.

1.7 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Análisis Documental: Al recopilar información de manuales, libros y páginas web, que desarrollan el tema de la construcción de viviendas en madera.

Encuestas y Entrevistas: A los ingenieros constructores, jefes de obra y otras personas asociadas con la construcción de viviendas en madera, en las ciudades de Temuco y Valdivia (Chile).

Observación “In Situ”: Al viajar a Chile para presenciar la ejecución del proceso constructivo industrializado en la edificación de viviendas en madera.

CAPITULO 2

CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN LA APTITUD DEL

PINO RADIATA, EUCALIPTO Y TECA PARA SU

UTILIZACIÓN EN ESTRUCTURAS DE VIVIENDA

2.1 PINO RADIATA*⁴

2.1.1 OTROS NOMBRES COMUNES

Pino candelabro, Pino (Col.); Pino insigne (Ecu.); Pino insigne, Pino de Monterrey (Bol.); Pino insigne (Perú, Chile, Arg.); Monterrey pine (E.U.).

2.1.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Especie originaria de Monterrey, región ubicada dentro de las Costas Californianas, en los Estados Unidos. Fuera de su distribución natural ha sido plantado con buenos resultados en Victoria (Canadá), Brasil, Uruguay, Argentina, Ecuador, Bolivia, Australia, Nueva Zelanda, Inglaterra y España. En Ecuador se halla plantado en las provincias de Cotopaxi y Chimborazo.

2.1.3 ASPECTOS SOBRESALIENTES DEL ÁRBOL

Árbol que alcanza una altura hasta de 60 m. y más 1.0 m de diámetro. Tronco cónico, recto, con un sistema radicular potente, con raíces laterales bien desarrolladas y muy extendidas. La corteza externa es de color café y apariencia agrietada. La corteza interna de color crema rosáceo, segrega una resina transparente. Presenta acículas en grupos o fascículos de tres. Flores en forma de conos y agrupadas. El fruto es un leñoso, grande, parecido a una piña.

Crece en las formaciones vegetales bosque húmedo o muy húmedo.

2.1.4 CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DE LA MADERA

Albura de color blanco, con transición gradual a duramen de color amarillo pálido, aumentando su intensidad a marrón muy pálido. Olor característico a madera resinosa, fragante cuando está fresca. Sabor ausente. Brillo mediano. Grano recto. Textura fina. Veteado suave con líneas longitudinales oscuras.

2.1.5 SECADO

Seca fácil y lentamente al aire libre presentando deformaciones leves.

⁴ [http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Pino radiata.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Pino_radiata.pdf)

2.1.6 DURABILIDAD NATURAL

No es resistente al ataque de hongos e insectos. Posee una duración en uso exterior menor a un año.

2.1.7 PRESERVACIÓN

La madera es muy fácil de tratar mediante los sistemas vacío-presión o inmersión.

2.1.8 TRABAJABILIDAD

Es fácil de trabajar con herramientas manuales y en las diferentes operaciones de maquinado.

2.1.9 USOS ACTUALES

Muebles, pulpa y papel, envases, tableros aglomerados, tableros contrachapados y de fibras, ebanistería, entarimados y construcción de puentes.

2.1.10 USOS POTENCIALES

Pisos, revestimientos, encofrados, construcciones livianas; como madera inmunizada los usos se amplían.

2.1.11 PROPIEDADES FÍSICAS

DENSIDAD (g/cm ³)	VERDE	SECA AL AIRE	ANHIDRA	BÁSICA
	1,04	0,48	0,45	0,39
CONTRACCIÓN NORMAL (%)	TANGENCIAL	RADIAL	VOLUMÉTRICA	T/R
	5,2	3,0	8,2	1,73
CONTRACCIÓN TOTAL (%)	7,7	4,6	12,3	1,67

T/R: TANGENCIAL, RADIAL.

2.1.12 PROPIEDADES MECÁNICAS

CONDICIÓN CH%	FLEXIÓN ESTÁTICA			COMPRESIÓN				
				PARALELA			PERPENDICULAR	
	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOE×10 ³ (Kg/cm ²)	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOE×10 ³ (Kg/cm ²)	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)
VERDE +30%	314	465	72,6	167	208	83,2	44	74
SECO AL AIRE 12%	555	1780	110,2	299	434	107,8	74	136

CONDICIÓN CH %	DUREZA			CIZALLADURA kg/cm ²		TENACIDAD kg-m		EXTRACCIÓN DE CLAVOS kg	
	LADOS	EXTREMOS		TANG	RAD	RAD		LATERAL	EXTREMOS
VERDE +30%	240	257	///	71	64	2,74	///	79	48
SECO AL AIRE 12%	348	472	///	88	81	1,58	///	76	54

ELP: Esfuerzo en el límite proporcional MOR: Módulo de ruptura MOE: Módulo de elasticidad

2.2 EUCALIPTO*⁵

2.2.1 OTROS NOMBRES COMUNES

Eucalipto, Ocalito, Eucalipto común, Eucalipto plateado (Col.); Eucalipto (Ecu, Perú y Ven.); Eucalipto macho (Bol.); Blue gum, Scal, Blue-gum tree, Eucalipto bouton, Gommier blue (E.U.).

2.2.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Especie originaria de Australia y Tasmania. Fuera de su distribución natural, ha sido plantado en España, Portugal, California (E.U.), La India, Marruecos, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia. En Ecuador se halla plantado en la región interandina.

2.2.3 ASPECTOS SOBRESALIENTES DEL ÁRBOL

Árbol que alcanza una altura de 100 m. y un diámetro hasta de 2.5 m. Tronco recto y cilíndrico, con raíz pivotante que puede penetrar hasta 10 m. de profundidad; así mismo desarrolla numerosas y robustas raíces laterales que se extienden ampliamente. La corteza externa es de color café plumizo y de consistencia escamosa. La corteza interna es de color café claro y de consistencia lisa.

Las hojas cuando jóvenes son opuestas y con ramitas angulares, pero adultas son alternas, lanceoladas, coriáceas y de color verde azulado.

⁵ <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Eucalipto.pdf>

Las flores son de blancas y amarillas. El fruto es una cápsula que se abre en el ápice. Crece en las formaciones vegetales bosque húmedo y bosque seco.

2.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

La albura es de color marrón muy pálido, poco diferenciada del duramen de color marrón muy pálido, con matiz rosado grisáceo. Olor y sabor característicos a eucalipto. Brillo mediano. Grano de recto a ligero entrecruzado. Textura mediana. Veteado en líneas verticales, satinado, poco pronunciado.

2.2.5 SECADO

La madera es difícil de secar al aire libre, presentando deformaciones y agrietamientos en el proceso de secado.

2.2.6 PRESERVACIÓN

La albura es fácil de inmunizar cuando se usa el sistema vacío-presión, mientras que el duramen es difícil de tratar, cualquiera sea el sistema que se utilice.

2.2.7 TRABAJABILIDAD

Es moderadamente difícil de aserrar y trabajar en las diferentes máquinas debido al tipo de grano que posee, lo cual hace que después de su procesamiento la madera tiende a agrietarse en los extremos. Se comporta bien al cepillado, torneado y taladrado, y regular al moldurado. No sujeta bien los clavos.

2.2.8 DURABILIDAD NATURAL

Moderadamente durable, siendo resistente al ataque de hongos.

2.2.9 USOS ACTUALES

Carrocerías, construcciones navales, muebles, estructuras, carpintería de obra, parquet, durmientes, mangos para herramientas, pilotes, postes, estacones, minería y carretería, pulpa y papel y vigas.

2.2.10 USOS POTENCIALES

Soleras, pisos, encofrados, cerchas, andamios y construcciones livianas.

2.2.11 PROPIEDADES FÍSICAS

DENSIDAD (g/cm ³)	VERDE	SECA AL AIRE	ANHIDRA	BÁSICA
	1,16	0,73	0,70	0,55
CONTRACCIÓN NORMAL (%)	TANGENCIAL	RADIAL	VOLUMÉTRICA	T/R
	10,8	4,4	15,2	2,45
CONTRACCIÓN TOTAL (%)	14,2	6,7	20,9	2,11

T/R: TANGENCIAL, RADIAL.

2.2.12 PROPIEDADES MECÁNICAS

CONDICIÓN CH%	FLEXIÓN ESTÁTICA			COMPRESIÓN				
				PARALELA			PERPENDICULAR	
	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOE x 10 ³ (Kg/cm ²)	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOE x 10 ³ (Kg/cm ²)	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)
VERDE +30%	383	702	104	232	288	///	58	///
SECO AL AIRE 12%	509	1068	138	337	470	///	80	///

CONDICIÓN CH %	DUREZA			CIZALLADURA kg/cm ²		TENACIDAD kg-m		EXTRACCIÓN DE CLAVOS kg	
	LADOS	TANG	EXTREM	TANG	RAD	TANG	RAD	LATERAL	EXTREMOS
VERDE +30%	478	///	480	///	97	///	4,81	///	///
SECO AL AIRE 12%	442	///	557	///	117	///	3,45	///	///

ELP: Esfuerzo en el límite proporcional MOR: Módulo de ruptura MOE: Módulo de elasticidad

2.3 TECA*⁶

2.3.1 OTROS NOMBRES COMUNES

Teca (Esp, Ecu, Col.); Teca (Francia.); Teak Genuine (Inglaterra y Estados Unidos.)

2.3.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Se encuentra en estado natural en la India, Birmania, Tailandia, Indochina (especialmente en Java) y Malasia.

No obstante ha sido plantada en las Filipinas, África, Guyana Británica, Puerto Rico, Haití, Jamaica, Trinidad, Honduras, Camboya, Laos, Vietnam (Norte y Sur) y en América Latina. En Ecuador se halla plantado en las provincias de Manabí y Esmeraldas.

2.3.3 ASPECTOS SOBRESALIENTES DEL ÁRBOL

Árbol que alcanza hasta 50 m. de altura y un diámetro de 2.5 m. Raíces grandes, profundas y con fuertes raíces laterales. Tronco recto, especialmente cuando joven, con la tendencia a bifurcarse o ramificarse en exceso se crece aislado. Las ramas en árboles adultos son gruesas.

Las hojas son opuestas, caducas, muy grandes, de color verde oscuro en el haz y marrón claro y afelpado en el envés. Flores de color lila y dispuestas en grandes panículas terminales. El fruto es una drupa cuadrilobulada, con pericarpio afelpado que encierra una semilla bastante dura.

Es bastante exigente en luz y requiere para su desarrollo suelos bien drenados, fértiles y profundos.

Crece bien en zonas húmedas desde el nivel del mar hasta una altitud de 1.000 m. una precipitación de 1.000 a 3.000 mm/año y una temperatura promedio de 26°C.

⁶ <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Teca.pdf>

2.3.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

Cuando la madera está recién cortada, el duramen es de color verde-oliva, pero se convierte en un color marrón-dorado cuando seca, mostrando frecuentemente bandas de color oscuro que se desvanecen eventualmente con el paso del tiempo. La albura es de color amarillento a blanco y abruptamente separada del duramen. Se distinguen los anillos de crecimiento y, excepto en el caso de anillos ocasionales, éstos son de ocurrencia anual y se muestran en las superficies laterales como líneas de color marrón estrechas que son más oscuras que el resto de duramen. Olor desagradable, con una fragancia aceitosa característica cuando está recién cortada y que se acentúa cuando se humedece o se calienta. Sabor no distintivo. Textura fina uniforme. Grano recto. Brillo mediano. Veteado acentuado, producido por los anillos de crecimiento.

2.3.5 SECADO

La madera se estabiliza bien con el secado, pero esto ocurre lentamente. Se ca fácilmente al aire presentando ligeras deformaciones, pero no endurecimientos ni tensiones superficiales. El secado al horno es bueno, sin tendencias a rajadura o alabeos, pero ocurren variaciones considerables en las tasas individuales de secado de tableros.

2.3.6 PRESERVACIÓN

La madera es considerada muy difícil de tratar con inmunizantes. La albura tratada por el sistema vacío-presión o inmersión, tiene una penetración incompleta y una retención de 50 a 100 kg/m³ y el duramen es imposible de tratar, cualquiera sea el método que se utilice.

2.3.7 DURABILIDAD NATURAL

Es resistente, con una duración en uso exterior de 10 a 15 años. El duramen es resistente al ataque de termitas de madera seca, siendo comparable a La Caoba de Las Indias Occidentales en este aspecto. Es también moderadamente resistente a termes subterráneos y es muy durable en el suelo, pero es fácilmente atacada por la polilla de mar. La albura no tiene ninguna de las propiedades de durabilidad del duramen, además de ser atacada por la Carcoma.

2.3.8 TRABAJABILIDAD

Es una madera fácil de trabajar con herramientas comunes y no ofrece ninguna dificultad a los procesos de maquinado.

La madera posee contenidos variables de Sílice que llegan hasta el 1.4% lo cual hace que esta sea abrasiva siendo por lo tanto necesario utilizar herramientas con filos reforzados.

Es una madera moderadamente buena para doblar al vapor. Da un buen acabado y se deja encolar fácilmente.

2.3.9 USOS ACTUALES

La madera es bien conocida por su contracción baja y su excelente estabilidad luego de trabajarla, siendo muy utilizada para cubiertas de aviones, barcos y otras embarcaciones grandes.

Se usa para pisos, ebanistería, pilotes, coches de ferrocarril, construcciones interiores, construcciones pesadas sometidas a la intemperie, marcos de puerta y ventanas, tornería, talla, muebles y papelería.

Es excepcionalmente apropiada para tanques, tinas, bañeras, cocinas, para bancos de laboratorios y plantas químicas (debido a su alta resistencia a los ácidos), estacones, armazones de casas y chapas decorativas. la madera no corroe los metales cuando se usa en contacto con ellos.

2.3.10 PROPIEDADES FÍSICAS

DENSIDAD (g/cm ³)	VERDE	SECA AL AIRE	ANHIDRA	BÁSICA
	0,80	0,61	0,57	0,53
CONTRACCIÓN NORMAL (%)	TANGENCIAL	RADIAL	VOLUMÉTRICA	T/R
	2,69	1,61	4,30	1,67
CONTRACCIÓN TOTAL (%)	4,52	2,52	7,04	1,79

T/R: TANGENCIAL, RADIAL.

2.3.11 PROPIEDADES MECÁNICAS

CONDICIÓN CH%	FLEXIÓN ESTÁTICA			COMPRESIÓN				
				PARALELA			PERPENDICULAR	
	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOEx10 ³ (Kg/cm ²)	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOEx10 ³ (Kg/cm ²)	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)
VERDE +30%	455	780	97,05	254	361	37,2	63	///
SECO AL AIRE 12%	633	1005	108,17	336	458	///	75	///

CONDICIÓN CH %	DUREZA			CIZALLADURA kg/cm ²		TENACIDAD kg-m		EXTRACCIÓN DE CLAVOS kg	
	EXTREM	RAD	TANG	LATER	///	RAD	///	RAD.TANG	EXTREMOS
VERDE +30%	447	487	476	103	///	6,1	///	115	86
SECO AL AIRE 12%	481	489	494	111	///	3,8	///	93	83

ELP: Esfuerzo en el límite proporcional MOR: Módulo de ruptura MOE: Módulo de elasticidad

CAPITULO 3
ASERRADO, SECADO, TRATAMIENTO,
CORTE Y FIGURADO DE LA MADERA

3.1 ASERRADO EN DIRECCIÓN DEL GRANO*⁷

El primer procesamiento al que se somete un tronco luego de su extracción del bosque es el aserrado. Este se realiza mediante sierras de cinta o con sierras circulares de grandes dimensiones. La práctica imperante se concentra en la obtención de piezas de dimensiones grandes, dejando para una etapa posterior la obtención de secciones más pequeñas.

Para producir madera de calidad estructural es conveniente aserrar las piezas en dirección del grano. Considerando que “la madera es un material anisotrópico. Según sea el plano o dirección que se considere respecto a la dirección longitudinal de sus fibras y anillos de crecimiento, el comportamiento tanto físico como mecánico del material, presenta resultados dispares y diferenciados. Para tener una idea de cómo se comporta, la madera resiste entre 20 y 200 veces más en el sentido del eje del árbol o dirección del grano, que en el sentido transversal.”

3.1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

Entre el Subgerente de Producción, el Jefe de Planificación y Control y el Supervisor de Aserradero, definen trimestralmente los diagramas de corte para cada rango de diámetro de trozo.

Para esto se consideran las proporciones y el volumen de cada escuadría que satisfacen los requerimientos de madera establecidos por Planificación y Control. Los diagramas deben cumplir con el requerimiento solicitado y a la vez maximizar el aprovechamiento de los trozos.

Adicionalmente Planificación y Control le entrega al Supervisor de Aserradero, los primeros días de cada mes el programa mensual de producción y se controla semanalmente con la información que entrega el Departamento de Estadística.

Es el Supervisor de Aserradero quién entrega las instrucciones a los operarios de cada máquina y controlan las operaciones en terreno.

⁷ Briones Bruna, Félix. Proceso de aserrado de la madera. (2006). Fourcade.

3.1.2 OPERACIÓN DE ASERRADO

3.1.2.1 Etapa 1

La primera labor en el aserrío es el descortezado de los trozos. En el descortezador trabajan un operador en la sala de control y dos operarios uno a la entrada y otro a la salida de los trozos.

El Operador, antes de comenzar la operación debe verificar los niveles de aceite y presión de los pistones. La velocidad de avance dependerá del diámetro del trozo, del tiempo de acopio y de lo irregular del trozo. A mayor diámetro, a mayor tiempo acopiado y a mayor irregularidad del trozo la velocidad a utilizar será menor.



Fig. 3.1 Descortezado de un tronco

La alimentación se hace por medio de cargador frontal sobre la rampa de alimentación de la cadena de entrada. Es importante que el operario verifique que a la cadena de entrada acarree un trozo a la vez. En la entrada del descortezador tres piñas toman el trozo para pasarlo a través de los cuchillos encargados de hacer el descortezado y tres piñas a la salida hacen caer el trozo hacia la cadena que lleva a los pateadores. Los pateadores se accionan en forma manual para clasificar el trozo de acuerdo al diámetro. La corteza es evacuada por medio de una correa transportadora y depositada en un coloso para ser trasladada al sector determinado para su acopio.

El operario que está en la salida del descortezador se encarga de ordenar los trozos descortezados para que estos puedan ser retirados por un cargador frontal, el que los acopio en sectores diferentes dependiendo del diámetro del trozo o los carga directamente en el contenedor del aserradero.

3.1.2.2 Etapa 2

Luego del descortezado los trozos esperan ser cargados en el contenedor del aserradero.

El Operador da las indicaciones al cargador frontal, que trozo debe cargar en el Contenedor, de acuerdo a lo definido por el supervisor de aserrío (diámetro y largo del trozo, con o sin mancha).

Con el contenedor cargado el Operador debe accionar las cadenas transportadoras para abastecer la transportadora.

3.1.2.3 Etapa 3

Con el trozo cargado en la mesa de entrada a la máquina transportadora, el operador debe acomodar el trozo en la entrada de la máquina, de forma tal que la curvatura que traiga el trozo quede hacia arriba y evitando pasar trozos con ganchos. Una vez que el trozo entra a la máquina se genera una madera rústica aprovechable y trozo de madera rústica.



Fig. 3.2 Madera ingresando a la máquina Transportadora

A la salida de la transportadora, dos bocasierras clasifican el trozo de madera rústica: El aprovechable pasa por medio de cadena de arrastre hacia la canteadora americana y el de rechazo pasa a una jaba para posteriormente ser utilizado como combustible de la caldera (una vez clasificado). La madera rústica aprovechable continúa hacia la Múltiple Dambroz.

La transportadora utiliza 4 ejes horizontales con funciones sincronizadas. Cada una lleva 2 sierras de 600 mm. En forma vertical. Una vez que el trozo entra al banco, se genera una madera rústica aprovechable.

El trozo de madera rústica aprovechable cae a una cadena transportadora, que la traslada a una canteadora para su aprovechamiento.

El trozo de madera rústica no aprovechable se acopia en una jaba para ser trasladado con una grúa al clasificador, para ser usado como combustible por la caldera.

La madera rústica aprovechable continúa por la misma cadena hacia la Múltiple “Dambroz”, para redimensionar de acuerdo al programa de producción solicitado.

La madera llega a una mesa clasificadora donde es empalillada y clasificada de acuerdo a las distintas calidades.

3.1.2.4 Múltiple Dambroz



Fig. 3.2 Múltiple Dambroz

La madera rústica aprovechable generada en la transportadora se pasa por una serie de sierras paralelas separadas según lo definido por el supervisor de aserrío. Para esto el operador debe armar los paquetes de sierras (son dos paquetes) de acuerdo a las medidas solicitadas por el Supervisor de Aserradero. Una vez armados los paquetes de sierras se pasa una madera rústica aprovechable de prueba para comprobar que las medidas de salida sean las correctas, de no ser así el operador deberá armar de nuevo los paquetes hasta lograr las medidas solicitadas.

3.1.2.5 Clasificación

Los clasificadores recogen la madera que es entregada por la Múltiple Dambroz a la mesa de clasificación y la clasifican de acuerdo a:

- Por espesor
- Por Ancho
- Por calidad: Muebles v/s Estructura.

3.1.2.6 Canteadora Americana



Fig. 3.3 Canteadora Americana

El trozo de madera rústica aprovechable que sale de la Transportadora pasa por medio de cadenas de arrastre hacia la Canteadora Americana. El operador cantea el trozo de madera rústica procurando de darle el mayor aprovechamiento posible a la pieza buscando las pulgadas llenas. La pieza canteada pasa a la Recuperadora o Reaserradora que es la última máquina del proceso de aserrío.

3.1.2.7 Recuperadora o Reaserradora



Fig. 3.4 Recuperadora o Reaserradora

La pieza recién canteada pasa a la recuperadora, donde son dimensionados los espesores de acuerdo a las medidas definidas por el supervisor de aserradero y/o al aprovechamiento óptimo de la pieza. El Recibidor clasificará la madera a la salida de la máquina según escuadría y se preocupará que el desperdicio quede en una jaba para posteriormente ser utilizado como combustible de la caldera. Este es el último proceso del aserrío.

3.1.3 ESPEORES Y ANCHOS NOMINALES PARA MADERA ASERRADA Y MADERA CEPILLADA^{*8}

3.1.3.1 Dimensiones de la Madera Aserrada y Cepillada.

Las escuadras, dimensiones, tolerancias, unidades de medida y forma de especificar la madera aserrada y cepillada serán de acuerdo a lo que prescribe lo siguiente:

3.1.3.2 Contenido de Humedad de Referencia.

Las dimensiones nominales se entienden aplicables a piezas de madera con un contenido de humedad de referencia igual al 20%, sean ellas de coníferas.

3.1.3.3 Unidades.

Las dimensiones nominales del espesor y del ancho de una pieza de madera se expresan en milímetros enteros. La longitud nominal de una pieza de madera se expresa en metros con dos decimales. El volumen de una pieza de madera se expresa en metro cúbicos con cinco decimales.

3.1.3.4 Dimensiones Nominales.

- Los espesores y anchos nominales para la madera aserrada (cepillada) son los señalados en las tablas siguientes
- Las longitudes son desde 1,20 m hasta 6,00 m con incrementos de 0,30 m, es decir: 1,20; 1,50; 1,80;...5,70; 6,00 m.

⁸ Corporación Chilena de la Madera. “Compendio de Directrices para Enseñanza en Ingeniería”. Corma. Santiago de Chile. (2003;Cáp.4)

3.1.3.5 Tolerancias.

Espeor: Las piezas de madera con un contenido de humedad igual al 20% no deben tener un espeor menor que el espeor nominal especificado

Ancho: Las piezas de madera con una humedad igual al 20% no deben tener un espeor menor que el espeor nominal especificado. Se acepta una tolerancia de 5 % con un máximo de 5 mm. por sobre dicho ancho nominal.

Tabla 3.1 Espesores y Anchos Nominales para Madera Aserrada (Cepillada)

Ancho (mm)	50	63	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
Espeor (mm)	(45)	(58)	(70)	(95)	(120)	(145)	(170)	(195)	(220)	(245)	(270)	(295)
12 (9)	X	X	X									
19 (16)	X	X	X	X								
25 (22)	X	X	X	X	X	X	X	X				
32 (28)	X	X	X	X	X	X	X	X				
38 (34)	X	X	X	X	X	X	X	X				
45 (41)	X	X	X	X	X	X	X	X				
50 (45)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
63 (58)		X	X	X	X	X	X	X	X	X		
75 (70)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
100 (95)				X	X	X	X	X	X	X	X	X

3.1.3.6 Especificaciones.

Para cada pieza de madera se deben especificar las siguientes características:

La especie se debe identificar por su nombre científico y su nombre común.

El grado se debe identificar por el tipo de clasificación (por aspecto, estructural, por despiece, etc.) al cuál él pertenece y por su nombre de identificación.

Las dimensiones nominales se deben representar con espeor, ancho y longitud.

Por ejemplo: 50 x 100 x 4,00 significa que la pieza tiene las dimensiones nominales siguientes: 50 mm de espeor, 100 mm de ancho y 4,00 m de longitud.

El contenido de humedad se debe especificar en porcentaje con una cifra decimal.

Si la pieza se especifica impregnada debe cumplir con la normalización vigente en cuanto al método de preservación. En tal caso se debe dar el valor de penetración del preservante, en porcentaje, y el de retención, en Kg/m³.

3.1.3.7 Dimensiones de la Madera Aserrada y Cepillada de Pino radiata

Se establece unidades de medida, dimensiones y tolerancias para las piezas de madera de Pino radiata aserrada (verde y seca) y cepillada (seca).

Las dimensiones son de piezas de madera de Pino radiata con un contenido de humedad igual a 12% tanto para madera aserrada como cepillada. Las dimensiones indicadas para madera aserrada verde corresponden a la humedad de referencia del Punto de Saturación de la Fibra, que en términos prácticos equivale a, aproximadamente, un 30%.

Tabla 3.2 Espesores y Anchos Nominales para la Madera Aserrada de Pino radiata en Estado Verde. (H=30%)

Ancho (mm)	48	60	73	86	98	123	148	173	200	223	248
Esesor (mm)											
11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
38	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
48	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
60		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
73			X	X	X	X	X	X	X	X	X
86				X	X	X	X	X	X	X	X
98					X	X	X	X	X	X	X
TOLERANCIAS: Espesor : (0; +3) mm Ancho: (0; +3mm)											

Tabla 3.3 Espesores y Anchos Nominales para la Madera Aserrada del Pino radiata en Estado Seco (H = 12 %)

Ancho (mm)	45	57	69	82	94	118	142	166	190	214	235
Esesor (mm)											
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
36	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
45	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
57		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
69			X	X	X	X	X	X	X	X	X
82				X	X	X	X	X	X	X	X
94					X	X	X	X	X	X	X
TOLERANCIAS: Espesor : (0; +3) mm Ancho: (0; +3mm)											

Tabla 3.4 Espesores y anchos nominales para la madera cepillada de pino radiata en estado seco. (H=12%)

Espesor (mm)	Ancho (mm)										
	41	53	65	78	90	114	138	162	185	210	230
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
33	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
41	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
53		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
65			X	X	X	X	X	X	X	X	X
78				X	X	X	X	X	X	X	X
90					X	X	X	X	X	X	X
TOLERANCIAS: Espesor : (0; +1) mm Ancho: (0; +2mm)											

La longitud mínima que debe tener la pieza de madera aserrada corresponde al largo nominal de esta. Los largos nominales para las piezas de Pino radiata son: 2.40 m; 3,00 m; 3,20 m; 3,60 m, 4,00 m y 4,80 m.

Tabla 3.5 Sobredimensiones que se Recomiendan en Madera Verde para Compensar las Contracciones y Colapso, según Grupo de Especies.

DIMENSION NOMINAL A 20% CONTENIDO DE HUMEDAD mm	SOBREDIMENSION EN ESTADO VERDE SEGÚN GRUPO DE ESPECIES mm		
	1	2	3
12	+1	+1	+1
19	+2	+2	+1
25	+3	+2	+1
32	+3	+2	+1
38	+4	+3	+2
45	+4	+3	+2
50	+5	+3	+2
63	+6	+4	+2
75	+7	+5	+3
100	+9	+6	+3
125	+11	+8	+4
150	+13	+9	+5
175	+15	+11	+5
200	+18	+12	+7
225	+20	+14	+7
250	+22	+16	+8
275	+24	+17	+9
300	+27	+19	+10
GRUPO 1 : COIGUE – EUCALIPTO- ROBLE – TINEO GRUPO 2 : LINGUE – OLIVILLO – RAULI – ULMO GRUPO 3 : ALERCE – ARAUCARIA – LAUREL – MAÑO PINO RADIATA -TEPA			

3.2 SECADO CONVENCIONAL EN HORNO

Consiste en secar la madera en cámaras especiales (hornos), en los cuales se manejan variables de presión, humedad y temperatura (80 a 90°C). Este proceso tiene la ventaja de ser rápido, además de establecer el grado de humedad deseado.

3.2.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

En todo proceso industrial se busca la rentabilidad y la eficacia de las operaciones realizadas, para lo cual es necesaria una homogeneidad en las condiciones de partida. Este precepto genérico, se aplica igualmente en el caso de un proceso de secado de madera, donde una uniformidad de la partida de madera a secar influye positivamente en el resultado final del secado, y en la conducción y regulación del propio proceso.

Esta uniformidad se consigue organizando las partidas de madera antes de su entrada en el secadero, estableciendo para ello una metodología de control, identificación y almacenaje, que permita disponer de material de partida lo más homogéneo posible.

Los parámetros que nos permiten homogeneizar las partidas de madera adecuando y optimizando las condiciones de secado más favorables en cada caso son: la especie, el contenido de humedad, las dimensiones y la calidad de la madera a secar.

3.2.1.1 Especie de Madera

De todos es conocida la variabilidad de comportamiento que presentan las distintas especies de madera durante el secado.

Estas diferencias de comportamiento, no sólo influyen en la conducción del proceso de secado, sino que también es necesario tenerlas en cuenta a la hora de realizar el diseño de las instalaciones y la tecnología a emplear.

En el caso de especies fáciles de secar, se recurre a técnicas de secado donde se aplican condiciones severas, con el empleo de altas temperaturas y velocidades de aire elevadas.

Estas técnicas requieren de instalaciones capaces de proporcionar grandes cantidades de energía térmica y sistemas dimensionados para satisfacer estas demandas (calderas de vapor, de aceite térmico, aislamientos térmicos especiales, etc.).

En especies difíciles de secar, se aplican métodos de secado con condiciones más suaves, velocidades de aire inferiores y se recurre al empleo de técnicas auxiliares y específicas de secado (aplicación de vapor, presecaderos, variadores de velocidad de aire, etc.)



Fig. 3.5 Horno de secado de madera

Estas diferencias técnicas, condicionan la posibilidad de posteriores adaptaciones de la industria a demandas de secado distintas para las que fueron diseñadas. Considerando que posteriores modificaciones y adaptaciones son en la práctica complejas y costosas, es necesario analizar detenidamente las alternativas tecnológicas disponibles antes de acometer las instalaciones de secado.

3.2.1.2 Contenido de Humedad

El contenido de humedad y su distribución en la partida de madera determinan la conducción del programa de secado. Esta influencia es más patente cuando la partida a secar está formada por tablas con contenidos de humedad muy desiguales (madera recién aserrada y madera oreada), reduciendo su importancia cuando la partida de madera es más homogénea.



Fig. 3.6. Medidor de humedad

El secado de madera con diferencias importantes en el contenido de humedad inicial (humedades comprendidas entre el 40 y el 80%) dificulta la adecuación de las condiciones de secado para toda la partida. Condiciones adecuadas para contenidos de humedad bajos, someterían a las tablas más húmedas a condiciones mucho más severas, aumentando el riesgo de presencia de defectos. En cambio, si se establecen condiciones en base a los valores más húmedos, las tablas que presentan menor humedad alargarían su proceso de secado innecesariamente, con el riesgo de sufrir un resecado excesivo.

Por otra parte, al realizar el secado partiendo de madera con contenidos de humedad muy dispares, se obliga a alargar las fases de homogeneizado final, reduciendo la rentabilidad del secado.

3.2.1.3 Espesor de la Madera

El espesor de la madera influye en la duración del tiempo de secado y en la severidad de las condiciones que puede soportar. En el caso de secar espesores elevados, es necesario establecer condiciones ambientales más suaves que las que se podrían alcanzar con una partida de menor espesor. En la práctica, se recomienda seleccionar las partidas de madera y clasificarlas por espesores para optimizar el programa de secado y no someter a la madera a condiciones más severas de las que puede soportar.

En el caso de secar partidas de madera con diferencias acusadas de espesor, (espesores comprendidos entre 25 y 45 mm) la conducción del secado se realizará con los datos obtenidos de los testigos de mayor espesor.

De esta forma se previene la presencia de defectos de secado, a costa de una pérdida de disponibilidad de la partida de madera con menor espesor.

En otro orden, la colocación de tablas con distinto espesor en las filas de las pilas de madera, favorece la presencia de defectos de deformaciones (curvaturas de cara, abarquillados) en las tablas de menor espesor, al no recibir la presión que ejercen las pilas superiores.

3.2.1.4 Despiece

En general, las tablas aserradas de forma tangencial presentan una velocidad de secado mayor que las piezas obtenidas en dirección radial. Un despiece radial, presenta un comportamiento más estable que un despiece tangencial, con un mayor riesgo de sufrir deformaciones y curvaturas de cara. Las tablas radiales son más propensas a la presencia de colapsos y curvaturas de canto.



Fig. 3.7 Madera despiezada

3.2.1.5 Calidad de la Madera

La presencia de nudos, fibra desviada, tensiones de crecimiento, madera juvenil, etc. favorece que durante el proceso de secado se produzcan fendas y deformaciones. Dado el coste económico y las incidencias que estos defectos provocan, es recomendable restringir la entrada de este material realizando una clasificación previa por calidades.

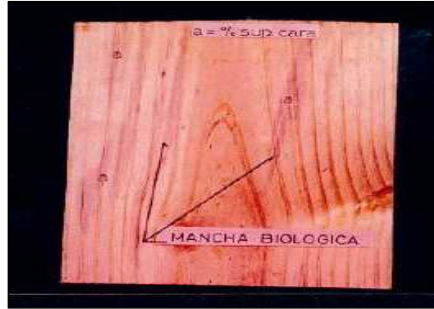


Fig. 3.8 Madera defectuosa

3.2.2 OPERACIÓN DE CARGA DE SECADERO

En el momento de preparar la carga, es necesario tener en cuenta que el secado se produce al pasar aire caliente y con bajo contenido de humedad a través de las tablas. Esta circulación debe ser lo más homogénea posible en cuanto a su velocidad, caudal y distribución, evitando la presencia de obstáculos o de huecos.

3.2.2.1 Enrastrelado

El enrastrelado de la madera juega un papel decisivo en conseguir una correcta distribución del aire, por lo que es necesario establecer sistemas adecuados de enrastrelado, tanto manuales como en automático, que permitan un correcto alineado y distribución de los rastreles.

Una correcta distribución evitará la presencia de deformaciones producidas por un reparto desigual del peso de las pilas. Además, proporcionará una estabilidad estructural en el apilado de los paquetes de madera, evitando los riesgos de desplome durante el proceso de secado.



Fig. 3.9 Madera enrastrelada

Para cada espesor de la madera se recomienda un espesor de rastrel. A mayor espesor de la madera mayor espesor del rastrel y mayor separación entre éstos. En la separación entre rastreles es necesario tener en cuenta la propensión de la especie de madera a presentar deformaciones, de modo que, a mayor riesgo de deformación mayor número de rastreles deben colocarse independientemente del espesor.

Los rastreles se colocarán alineados verticalmente y distribuidos en la fila en función del espesor de la madera. En la testa de las tablas, los rastreles se colocarán lo más cercanos posible para minimizar la presencia de deformaciones y fendas de testa.

Los rastreles deben proceder de madera de buena calidad, libre de defectos y de deformaciones. Preferentemente se utilizará madera de coníferas o de especies claras para evitar la presencia de manchas en las tablas. Las dimensiones serán iguales para evitar alteraciones en el apilado. El contenido de humedad de estos rastreles debe estar próximo a la humedad final de secado, para evitar deformaciones debidas a contracciones de rastreles verdes.

3.2.2.2 Apilado

En la formación de las pilas es necesario tener en cuenta las dimensiones y distribución del secadero. Se formarán pilas con paquetes de madera de dimensiones regulares y uniformes que faciliten su manejo. Es necesario poder ubicarlas dentro de la cámara de secado de forma que se aproveche su capacidad evitando la presencia de huecos por donde circulará el aire.

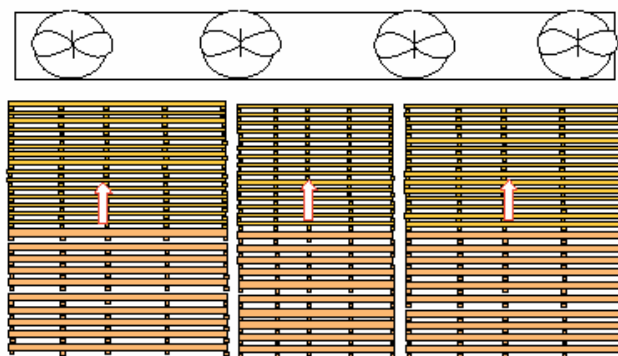


Fig. 3.10 Madera apilada

La mayoría de los fabricantes de cámaras de secado señalan unas dimensiones estándar para los paquetes de 2,5 x 1,1 x 1,1 metros. Estos se colocarán hasta un máximo de cuatro paquetes en altura para formar pilas estables y no más de cinco pilas de profundidad, para favorecer que la velocidad de paso de aire sea similar a la entrada y a la salida de las pilas.

Las pilas se colocarán perpendiculares al flujo del aire. De esta forma, se pone en contacto la mayor superficie posible de madera con el aire seco procedente de las baterías intercambiadoras de calor. Se colocarán durmientes en los paquetes para permitir el manejo de los mismos, por medio de equipos de elevación, alineados perfectamente con los rastreles para evitar deformaciones de las tablas. En este sistema, las filas de madera se forman colocando tablas de la longitud final en los extremos, rellenando el centro con tablas de menor dimensión. De esta forma, se consiguen pilas de madera con las dimensiones adecuadas, reduciendo el número de rastreles utilizados, optimizando la superficie útil de la cámara de secado y favoreciendo la circulación uniforme del aire.

En el caso de necesitar secar partidas de madera de distintas especies, se dispondrán de forma que las pilas de una columna, en profundidad, sean siempre de la misma especie de madera. Esta colocación permitirá retirar las pilas de madera de la especie más fácil de secar, evitando su resecado.

El mismo procedimiento se puede aplicar en el caso de secar madera con distintos espesores. En este caso, se recomienda alinear las columnas en profundidad por espesores, permitiendo una correcta distribución del aire al coincidir el hueco de los rastreles. Otra posibilidad, consiste en colocar las partidas de distinto espesor a distintas alturas, garantizando la uniformidad de la distribución del aire.

3.2.3 EJECUCIÓN DEL SECADO

El proceso de ejecución de secado se basa en aprovechar la capacidad de la madera para intercambiar humedad con el ambiente en que se ubique. En el secado en cámara, la madera se somete artificialmente a condiciones más severas, forzando ese intercambio de humedad.

3.3 TRATAMIENTO EN PROFUNDIDAD CON LA UTILIZACIÓN DE CCA (Cobre, Cromo, Arsénico)

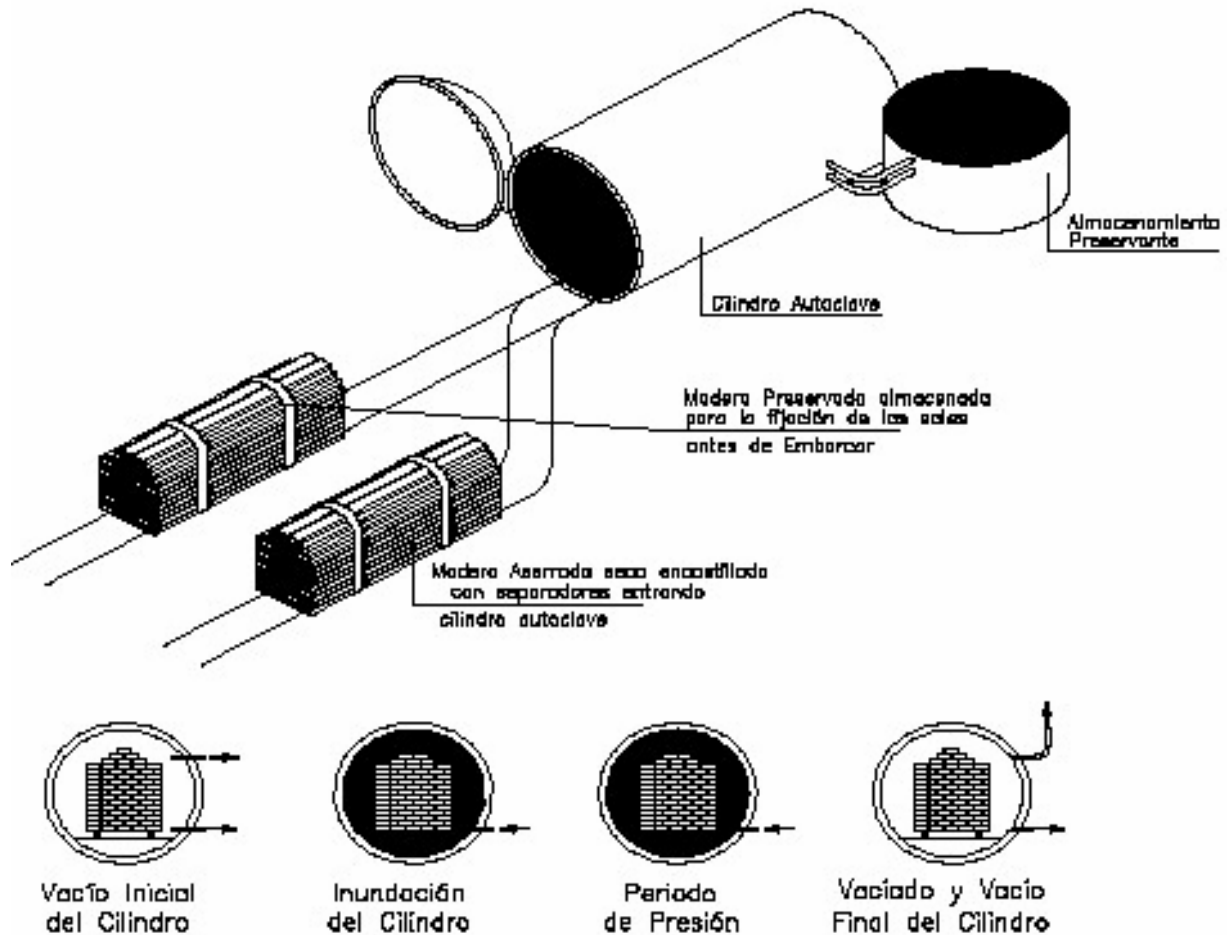


Fig. 3.12 Esquema de Planta de impregnación con sales del tipo hidrosolubles en agua. CCA

En el tratamiento de la madera se deben definir los requerimientos de durabilidad que son necesarios, o sea, si la madera elegida tiene la capacidad para resistir el ataque de los diferentes agentes de destrucción, una vez puesta en servicio sin ningún tratamiento preservador.

Sólo en caso de que no se puedan utilizar las especies adecuadas a la durabilidad exigida, se debe realizar el tratamiento. Recordemos que desde siempre la madera en la arquitectura ha sido considerada como un material importante, no tan sólo en componentes de terminación, sino que también como elemento estructural.

Desde este punto de vista, la protección de la madera frente a agentes destructores adquiere vital relevancia al momento del diseño arquitectónico, si se tiene en cuenta las especies usadas como es el caso del pino radiata, considerada como poco durable, la que por ende requiere ser protegida con un preservante adecuado y por medio de un método de impregnación confiable.

El eucalipto posee una durabilidad natural moderada, siendo resistente al ataque de hongos. La teca, es resistente, con una duración de uso exterior de 10 a 15 años.

Sin embargo, se recomienda que la madera, que esté en contacto con el hormigón, a la intemperie en donde es probable la exposición a la humedad sea tratada con CCA (cobre, cromo, arsénico.); los que también protegen contra el deterioro y son preservantes que han sido utilizados en forma segura por décadas.

El arsénico, cumple la función de insecticida, protege frente a la acción de los insectos xilófagos, destacan el tipo Piretrinas o Cloropirifos. El cobre, cumple la función de ser un fungicida, protege frente a la acción de hongos xilófagos. El cromo, fija en la madera los químicos.

3.3.1 TRATAMIENTO EN PROFUNDIDAD

Son los más indicados cuando la madera está expuesta a humedad del exterior, o en contacto con el suelo o bien que estando en el interior tenga el riesgo de ataques de termitas.

Existe un tratamiento en autoclave, el que por ser de carácter industrial, es el único que puede garantizar su profundidad, las retenciones del producto protector y con ello su eficiencia.

El autoclave es un sistema conformado por un cilindro de acero, una bomba de vacío y otra de presión. Con la bomba de vacío se extrae el aire de la madera conjuntamente con abrir los poros y con la bomba de presión se introduce el producto protector.

3.3.1.1 Etapas de Impregnación



Fig. 3.13 Cilindro de vacío o autoclave

3.3.1.1.1 Etapa 1

Extracción (succión) de restos de humedad y savia. Suelta y abre las fibras de la madera. La madera debe ingresar con una humedad inferior a 28%.



Fig. 3.14 Etapa de extracción

3.3.1.1.2 Etapa 2

Introducción al máximo de químicos preservantes. Mantención de presión para lograr máxima penetración.

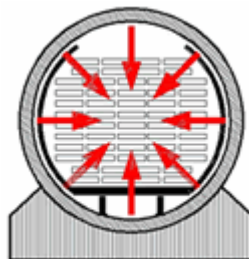


Fig. 3.15 Etapa de impregnación

3.3.1.1.3 Etapa 3

Extracción del excedente de líquido preservante. Si se ha ejecutado una impregnación de calidad, la madera debe salir sólo con humedad superficial en sus caras, sin escurrimientos de líquidos.



Fig. 3.16 Etapa de extracción final

3.4 CORTE Y FIGURADO DE LA MADERA

3.4.1 HERRAMIENTAS DE CORTE E INSTRUMENTOS DE FIGURADO

3.4.1.1 Herramientas de Corte

3.4.1.1.1 Sierra de Banco Circular

Se compone de una base robusta, masa de hierro fundido, disco dentado con perforación en el centro, eje montado en posición horizontal sobre cojinetes. En uno de sus extremos, perpendicular al eje, lleva dos platos; uno fijo y otro móvil, que se fija mediante una rosca dentada al extremo del eje. El otro extremo va provisto de poleas para correas trapezoidales que lo unen al motor acoplado.



Fig. 3.17 Sierra de Banco Circular

En casos justificados, dependiendo del tipo de obra y cantidad de madera a dimensionar, se puede llevar a terreno.

3.4.1.1.2 Sierra de Cinta

Está compuesta por un brazo vertical, dos volantes, motor eléctrico acoplado, guía y base sobre la cual se asienta una mesa, todos de fierro fundido. La hoja dentada y triscada que realiza el corte es soldada en sus extremos de tal forma que resulta una cinta sin fin.



Fig. 3.18 Sierra de Cinta

3.4.1.1.3 Sierra de Inglete

Herramienta que permite realizar cortes en ángulos en forma precisa, tanto en el ancho de la pieza como en el espesor.



Fig. 3.19 Sierra de Inglete

3.4.1.2 Instrumentos de Figurado

3.4.1.2.1 Lápices

Cumplen la función de realizar marcas claras y precisas sobre la madera, pudiendo determinar los lugares de corte y figurado. Existe uno especial para carpintería llamado lápiz carpintero, de sección ovalada, más grueso que los usados en dibujo y de una dureza intermedia. En algunos casos se utiliza el punzón como elemento de marca reemplazando al lápiz.



Fig. 3.20 Lápices

3.4.1.2.2 Metro

Su función es medir distancias en forma continua, elementos cortos o de varios metros. Existen dos tipos de metros: el de varilla o carpintero y el de fleje enrollable. El metro carpintero es fabricado en madera seca, plástico o aluminio. Si es de madera, debe cuidarse de no exponerlo al sol ni la lluvia por las deformaciones que puede sufrir. El metro de fleje retráctil está fabricado tanto en metal de cinta rígida como en plástico de cinta flexible. En ambos casos viene graduado al milímetro.



Fig. 3.21 Metro

3.4.1.2.3 Regla

Sirve para medir distancias pequeñas, su graduación es al milímetro. Es fabricada de diferentes aleaciones metálicas, siendo condición que no se deforme al momento de realizar la medición.

3.4.1.2.4 Escuadra

Su finalidad es permitir el trazado de líneas perpendiculares. Generalmente es metálica y graduada.



Fig. 3.22 Escuadra

3.4.1.2.5 Graduador



Fig. 3.23 Graduador

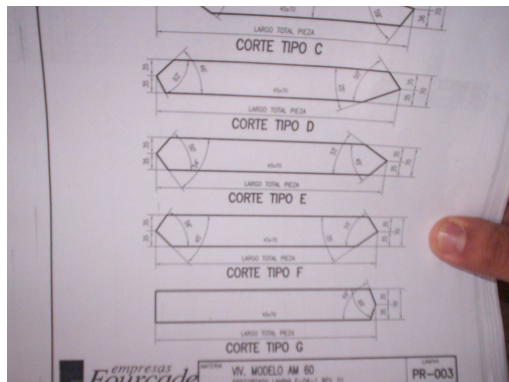
3.4.2 PROCESO DE CORTE Y FIGURADO DE LA MADERA

3.4.2.1 Fase 1

El operario estudia el diagrama de corte, en donde se especifica la longitud, altura, espesor y ángulos que tendrá la pieza de madera. Estos datos determinan la figura de la madera.

3.4.2.2 Fase 2

Se procede a marcar las líneas y ángulos, con los instrumentos de figurado, al trozo de madera que se va a figurar.



3.4.2.3 Fase 3

Luego el operario realiza los cortes por las líneas que se trazaron. Con las herramientas de corte. El resultado es una pieza de madera figurada de acuerdo al diagrama de corte.



CAPITULO 4
PARTES Y ESTUDIOS QUE CONTEMPLA
UN PROYECTO DE VIVIENDA EN MADERA

4.1 ESTUDIO DEL TERRENO

4.1.1 UBICACIÓN DEL TERRENO

Sector en que se encuentra, identificación de avenidas, calles, número municipal, accesos, deslindes y orientación cardinal. En caso que el terreno se ubique en una zona sub-urbana, es necesario especificar con mojones y puntos de referencia que permitan la delimitación del lote correspondiente.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Condiciones del terreno donde se va a materializar la construcción como:

4.1.2.1 Topografía del Terreno

Conocer en detalle la caracterización del predio donde se ejecutará el proyecto, o sea, su forma, dimensiones, relieve, orientación, elementos existentes sobre él como posibles construcciones, árboles, cursos de agua, instalaciones (sanitarias, eléctricas, telefónicas), y tipos de cercos, entre otros.

En una visualización global del relieve del terreno, se identifican los puntos de mayores o menores cotas (alturas), los sectores de mayores o menores pendientes, la existencia de cambios de pendientes, las zonas de posibles accidentes topográficos del lugar (quebradas o montículos), y el sentido del escurrimiento de las aguas lluvias, tanto del predio como de su entorno.

4.1.2.2 Características del Subsuelo

Los aspectos que es necesario conocer son:

- Estratos del subsuelo, conformación y características de los diferentes estratos.
- Nivel freático, comportamiento y variación.
- Capacidad de soporte del suelo y características de consolidación.

4.1.2.3 Características de los Suelos

Un suelo se deforma al recibir cargas a través de una fundación continua. El diseñar una fundación adecuada consiste en limitar las posibles deformaciones a valores que no produzcan efectos perjudiciales a la vivienda, evitando asentamiento total y/o asentamientos diferenciales.

Los suelos pueden ser de las más variadas combinaciones de estratos, por lo que tienen cada uno diferentes comportamientos y características propias, producto del resultado de una lenta desintegración de las rocas originales que componen la corteza terrestre.

Los componentes de las rocas son diversos y con mayor razón el suelo que ha recibido la influencia prolongada, a través de los años, de factores físicos, químicos y biológicos.

La desintegración de las rocas produce fragmentos que son arrastrados por los torrentes de los ríos y dan origen a los bolones, gravas, gravillas y otros.

Así es como otros materiales granulares forman el subsuelo, se vuelven a compactar o unir entre sí a lo largo del tiempo, a veces por simple compresión o ser aglomerados o ligados por cementos naturales de variada naturaleza, formando un producto de distinta consistencia.

Los suelos más comunes son:

4.1.2.3.1 Suelo de Roca

En general el suelo de roca es un terreno que reúne las condiciones para fundar, es resistente y no experimenta cambios, pero se debe tener presente algunas restricciones técnicas y económicas.

Por su rigidez no disipa la energía de los sismos transmitiéndola a la estructura de la vivienda, aspecto que en el caso de la edificación de madera no presenta mayor problema por el comportamiento que tienen las estructuras de madera.

Si la roca donde se funda está fracturada, puede presentar planos de deslizamiento, lo que hace necesario reforzarla con pernos y anclajes especiales.

Si se considera que la excavación en roca requiere de metodologías especiales, resulta altamente costosa.

4.1.2.3.2 *Suelo de grava*

Suelo adecuado para fundar, con excelentes características de drenaje, permeable, a no ser que entre su estrato se encuentre algún material arcilloso.

El material de grava, de granos comprendidos entre 7,5 cm a 2,4 mm, conforma en un alto porcentaje este suelo (mayor del 70 %).

4.1.2.3.3 *Suelo Arenoso*

Tiene características de formación definida si está bien compactado. Si está suelto se deforma bajo la aplicación de cargas, el peligro mayor se encuentra cuando existen vibraciones induciendo a las partículas pequeñas que llenen los huecos con el resultado de un asentamiento de la fundación. El diámetro medio de los granos se encuentra entre los 0,076 mm y 2,4 mm, por lo que las características de drenaje son variables de acuerdo a sus componentes, especialmente si existen materiales más finos (arcillas) que normalmente absorben agua.

Este tipo de suelo se puede transformar en una arena movediza si se satura y actúa como líquido, o sea, pasando a un estado de resistencia nula conocida como licuefacción.

En general, en terrenos arenosos o gravosos resulta de gran importancia el grado de compactación, sobre todo en zonas sísmicas.

4.1.2.3.4 *Otros Suelos*

Suelos sobre los que se recomienda no cimentar una edificación son:

- Terrenos barrosos de capacidad de carga prácticamente nula.
- Terrenos con capa vegetal importante. Esta debe removerse completamente ya que si se funda sobre ella, se puede descomponer.
- Terrenos de relleno con capacidad de soporte muy baja y que pueden presentar asentamientos importantes.
- Suelos salinos naturalmente cementados, altamente susceptibles a las filtraciones de agua, lo que puede disolver esta estructura salina, resultando posibles asentamientos diferenciales de la cimentación que afectan la estructura.

Si la vivienda está emplazada en un terreno con presencia de agua superficial, en zona lluviosa y con pendiente pronunciada, el agua puede socavar el suelo circundante a las fundaciones, lo que hace necesario protegerlas construyendo zanjas para desviar las aguas.

También será necesario el empleo de drenes y sellos para evitar el acceso de agua por capilaridad. En el caso particular de la construcción en madera, se debe considerar siempre la impregnación de toda pieza que se encuentre en contacto con el hormigón.

4.1.3 ABASTECIMIENTO

Resulta de gran importancia conocer los diferentes centros de abastecimiento que existen en el lugar para la construcción (materiales, arriendo de equipos y proveedores en general), estudiar alternativas y conocer los recursos de mano de obra requeridos.

4.1.4 ASPECTOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS

Son condiciones impuestas en el sector, por disposiciones locales en cada municipio que reglamentan el tipo, altura, forma y tamaño de la construcción que se materializará en el lote elegido.

4.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO

En esta etapa el arquitecto comienza a interpretar y a plasmar las ideas del programa del proyecto, idea del sistema constructivo y estructural que el mandante desea materializar.

Para el diseño se considera la estandarización de materiales y elementos que se integrarán al proyecto, así como también todos los aspectos de habitabilidad que aseguren la mejor condición de vida a sus ocupantes, incorporando protección contra la humedad, protección acústica y calidad del aire interior.

El diseño considera las siguientes etapas:

- Programa: Documento en el que se dan a conocer los requerimientos del mandante y que se deben reflejar posteriormente en la construcción de la vivienda.
- Anteproyecto: Bocetos de la solución que el arquitecto presenta para satisfacer las necesidades y requerimientos del mandante. Una vez aprobado el anteproyecto, se definen los costos y plazos estimativos para que el mandante decida sobre la alternativa más adecuada según sus intereses.
- Proyecto arquitectónico: Elaboración de planos arquitectónicos.

4.3 DISEÑO ESTRUCTURAL

Dotar al proyecto definido de las estructuras necesarias que le permitan ser capaz de resistir todas las solicitaciones a que será sometido durante su vida útil.

Comprende las siguientes etapas:

- Determinación de tipo y magnitud de las solicitaciones por peso propio, sobrecargas, acción del viento, temperatura y sismos.
- Estructuración y definición de los elementos que resistirán las solicitaciones estimadas, de forma de asegurar que la estructura cumpla para lo que fue diseñada.
- Diseño de elementos estructurales: definir los materiales, forma y dimensión de los elementos que absorberán los esfuerzos con su diseño de uniones.
- Planos de fundaciones, estructura de plataforma, entramados horizontal, vertical, techumbre, escalera o cualquier otra estructura especial, con memoria de cálculo, recomendaciones y especificaciones respectivas.

4.4 DISEÑO DE INSTALACIONES

De acuerdo a las características propias de cada edificación, se deben elaborar planos, especificaciones técnicas y memorias de cálculo para los principales proyectos como son:

- Instalaciones sanitarias.
- Instalación eléctrica.
- Especiales.

4.5 DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

Son los que complementan al diseño. Entre ellos destacan:

- Especificaciones técnicas: conjunto sistematizado de requisitos técnicos necesarios para ejecutar la vivienda y los criterios de aceptación para determinar el control de calidad de ésta.
- Bases administrativas: cláusulas que definen conceptos, atribuciones, procedimientos y responsabilidades durante la etapa de la construcción, de forma que la relación entre mandante y constructor sea expedita.
- Estudio presupuestario: comprende el estudio de cubicación del proyecto a materializar, análisis del precio unitario de cada una de los ítems, permisos, gastos generales y utilidad.

4.6 CONSTRUCTIBILIDAD

Definido como el empleo óptimo del conocimiento y experiencia en construcción en la planificación, diseño, adquisición y ejecución de actividades que conforman el proyecto a materializar.

La participación de personas con experiencia y conocimiento en construcción, desde las actividades preliminares de un proyecto, permite una operación más eficiente y eficaz en terreno.

Poder prever y adelantarse a las dificultades que puedan acontecer en la obra permite tomar las medidas para dar solución en forma anticipada durante la etapa de diseño o planificación.

CAPITULO 5
EDIFICACIÓN DE LA
ESTRUCTURA PARA LA VIVIENDA

5.1 INSTALACIÓN DE OBRA

Son las actividades relacionadas con la preparación del terreno para empezar a construir la obra, su correcta realización asegura una construcción nivelada, centrada y alineada.

5.1.1 REPLANTEO Y NIVELACIÓN

El replanteo y nivelación son efectuados en el terreno por el constructor, quien provee y coloca estacas, mojones y señales, estando obligado a conservar y cuidar los mismos hasta el final de la construcción de la obra.



Fig. 5.1 Replanteo de terreno

Consiste en base de aparatos apropiados, pasar al terreno los ejes principales y auxiliares del proyecto contenido en los planos de diseño, hay que considerar la ubicación de linderos, línea de fábrica y retiros exigidos por el Municipio.

5.1.1.1 Materiales, Herramientas y Equipos

Nivel, mojones, estacas, clavos, piola, manguera de ½", machete, martillo, plomada de centro punto, cinta métrica, flexómetro.

5.1.1.2 Metodología Constructiva

Se verifica la exactitud del levantamiento topográfico existente: la forma, linderos, superficie, ángulos y niveles del terreno en el que se implantará el proyecto.

A continuación se procede a los trabajos de replanteo y nivelación en base de planos arquitectónicos y estructurales.

Se recomienda el uso de mojones de hormigón y estacas de madera resistente a la intemperie. Los puntos de referencia de la obra son fijados con exactitud y marcados mediante puentes formados por estacas y crucetas, mojones de hormigón, en forma estable y clara. Se realiza la verificación total del replanteo, mediante el método de triangulación, verificando la total exactitud y concordancia con las medidas determinadas en los planos.

Posteriormente se inicia con la ubicación de un punto de referencia externo a la construcción, para luego localizar ejes y puntos que definan la cimentación continua de la construcción.

5.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Comprende todo lo relacionado con desbanques, excavaciones, rellenos que se ejecutan para alcanzar los niveles del proyecto y alojar espacios para la cimentación, cadenas de amarre, elementos que en conjunto constituyen la cimentación de la estructura. Además las zanjas correspondientes a sistemas eléctricos, sanitarios, según las indicaciones de estudios de suelos, planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones.



Fig. 5.2 Desbanque del terreno usando cargadora

5.2.1 EXCAVACIÓN DE CIMENTACIÓN

Son los trabajos de excavación para construir los elementos estructurales principales de la cimentación, sobre estos descansa la obra y están encargados de transmitir las cargas de la vivienda al suelo, tanto cargas verticales, como cargas debido al sismo, además de soportar asentamientos diferenciales sin colapsar.



Fig. 5.3 Excavación para cimiento

5.2.1.1 Materiales, Herramientas y Equipos

Estacas, piola, plomada, barras, picos, palas, carretillas.

5.2.1.2 Metodología Constructiva

Se ejecuta una revisión del trazado y ubicación de las excavaciones que va a ejecutar, de acuerdo con la información de los planos, ubicando y trazando cotas. La excavación de la cimentación se realiza manualmente y guiada por las estacas y piola colocadas en el terreno.

5.2.2 DESALOJO DEL MATERIAL EXCAVADO

Este procedimiento se realiza conjuntamente con la excavación manual, su importancia radica en que evita la acumulación de material en la obra, dificultando las tareas dentro de la obra.

5.2.2.1 Materiales, Herramientas y Equipos

Palas, carretillas, cargadora, volqueta.

5.2.2.2 Metodología Constructiva

Se cargan las volquetas con las cargadoras desde los lugares destinados al amontonamiento del material, provenientes de las excavaciones, mediante el uso de carretillas o la retroexcavadora.

Todo el material desalojado debe ser trasladado a los lugares destinados para este efecto y que son propuestos por la municipalidad.

5.3 CIMENTACIONES

Una de las características sobresalientes del sistema constructivo de estas viviendas en madera es el bajo peso de su estructura, comparado con los sistemas constructivos tradicionales, por lo que los esfuerzos transmitidos al suelo son bastante menores.

Esto facilita utilizar cimentaciones superficiales, ya que los estratos superficiales son capaces de soportar las cargas de la estructura. Por esta razón, se utiliza la cimentación superficial continua.

5.3.1 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA CIMENTACIÓN CONTINUA



Fig. 5.4 Cimentación Continua

5.3.1.1 Cimiento

Paralelepípedo formado por la excavación de dos planos paralelos y separados por un ancho y altura según cálculo, que recibe las cargas de la vivienda y las transmite al suelo de fundación. Estos elementos estructurales de hormigón en algunos casos incorporan material de bolón (piedras de canto rodado de aproximadamente 10 a 15 cm de diámetro), cuyo porcentaje aceptable, según sea el caso, fluctúa entre 20% a 30%.

5.3.1.2 Cadena de Amarre o Sobrecimiento

Paralelepípedo de hormigón en masa o bloque de hormigón que puede requerir refuerzos de barras de acero según cálculo. Se ubica sobre el cimiento y tiene un ancho igual o menor a éste e igual o mayor al del muro.

Recibe, ancla, aísla de la humedad y agentes bióticos a los tabiques estructurales perimetrales (muros), o tabiques soportantes interiores, siendo el nexo entre estos y los cimientos.

5.3.2 CONSTRUCCIÓN DEL CIMIENTO

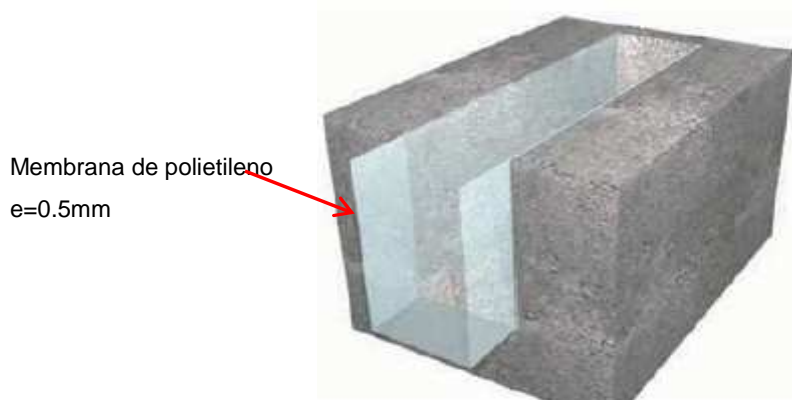


Fig. 5.8 Membrana de polietileno de 0.5 mm

5.3.2.1 Materiales, Herramientas y Equipo

Hormigón, polietileno, vibrador

5.3.2.2 Metodología Constructiva

Verificadas las condiciones geométricas de la excavación, en el fondo se coloca una capa de hormigón pobre de 5 cm de espesor, luego de fraguar el replantillo se coloca polietileno ($e = 0,5$ mm) para ayudar a evitar el ingreso de humedad a la cimentación, con el futuro riesgo de que ésta llegue a la estructura de la vivienda.

Dependiendo del volumen requerido y de sus propiedades mecánicas, el hormigón de cimentación puede ser confeccionado en obra por medios mecanizados simples, o bien, ser trasladado a obra por medio de camiones premezcladores desde una planta proveedora.

Según lo establezca el diseño estructural, el cimiento continuo puede considerar la incorporación de bolón en volúmenes que van desde el 20 al 30%. En caso de ser así especificado y previo acopio al costado de las excavaciones, los bolones limpios y humedecidos deben ser dispuestos en capas uniformes, cuidando dejar cada unidad completamente embebida y en contacto con el hormigón.



Fig. 5.9 Hormigón de cemento

Al término del hormigonado en capas no superiores a 20 cm, la superficie del cemento debe ser rugosa para una buena adherencia con el hormigón del sobrecimiento o cadena de amarre.

La cota de este plano con respecto al nivel del suelo natural debe ser superior al menos de 5 cm y máximo lo determinará el plano de cimentación, en este límite las tuberías de suministro de agua potable y desalojo de aguas servidas, tienen que traspasar el cemento, por lo que, es conveniente en el momento de hormigonar, instalar éstas tuberías.

5.3.3 CONSTRUCCIÓN DE LA CADENA DE AMARRE O SOBRECIMIENTO



Fig. 5.10 Encofrado para cadena de amarre



Fig. 5.11 Llenado del encofrado con hormigón



Fig. 5.12 Vibrado del hormigón



Fig. 5.13 Colocación de acero de 8 mm



Fig. 5.14 Varilla lisa de 8 mm, gancho de 5 cm., longitud total 30 cm

5.3.3.1 Materiales, Herramientas y Equipos

Hormigón, varillas corrugadas 6, 10 mm, varilla lisa 8 mm, alambre galvanizado n. 18, encofrado metálico, vigas de madera, herramienta menor y vibrador.

5.3.3.2 Metodología Constructiva

El sobrecimiento o cadena de amarre de dimensiones 20 x 30 cm, se ejecuta una vez endurecido el hormigón de cimentación, se arma la cadena con 4 varillas de diámetro de 10 mm y estribos de diámetro de 6 mm cada 20 cm. El encofrado es de acero, el cual mantiene su verticalidad debido a su diseño y asegurado con vigas de madera ancladas al suelo. La separación entre la armadura y el encofrado es de 2.5 cm.

Después se procede a colocar el hormigón hasta llenar el encofrado, luego utilizamos el vibrador para que la mezcla se distribuya uniformemente en toda el área de la cadena de amarre, evitando la presencia de espacios vacíos.

Concluido éste proceso y en el momento de estar alisando, antes que el hormigón endurezca es necesario introducir varillas o chicotes lisos de diámetro de 8 mm de una longitud total de 30 cm.

En el extremo inferior de ésta se debe generar un gancho de 5 cm para que se sujete al hormigón cuando éste endurezca, el extremo superior de la varilla debe estar 10 cm por sobre la cadena de amarre y separado 7 cm de la superficie lateral exterior del sobrecimiento. La luz entre varillas es de 70 cm.

Estas varillas servirán para anclar los entramados verticales perimetrales.

Luego de la fundición y curado, se desencofra el elemento.

5.3.4 PLATAFORMA DE HORMIGÓN

Estructura horizontal conformada por capas de diferentes materiales (ripio, arena, hormigón) y de distintos espesores que se apoya en el terreno natural con capacidad de soporte suficiente y cuyas funciones son:

- Aislar la vivienda de los agentes externos provenientes del suelo natural (humedad, agentes bióticos).
- Recepción de cargas del peso propio de tabiques auto-soportantes que conforman los recintos interiores de la vivienda.
- Cargas de uso y tránsito de los usuarios.

5.3.4.1 Materiales, Herramientas y Equipos

Hormigón, ripio 2", arena, alambre galvanizado n. 18, polietileno e=0.5 mm, malla electrosoldada, encofrado metálico, vigas de madera, herramienta menor, vibrador, compactadora mecánica.

5.3.4.2 Metodología Constructiva

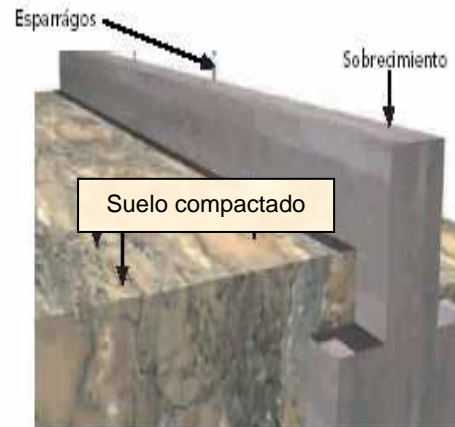


Fig. 5.15 Colocación de las instalaciones hidrosanitarias previo a la compactación del suelo, donde se apoya la plataforma de hormigón

Se compacta mecánicamente el suelo donde se apoyará la plataforma de hormigón de espesor total mínimo 20 cm, empezando por los bordes hacia el centro de la excavación. En los lugares que el compactador no puede llegar, se usa una apisonadora manual.



Fig. 5.16 Compactadora mecánica



Fig. 5.17 Cama de ripio, e = 8 cm.

Luego se coloca una “cama de ripio”, de granulometría nominal 2”, de espesor de 8 a 10 cm. compactado mecánicamente, su función es evitar la ascensión de la humedad por capilaridad proveniente del suelo natural.



Fig. 5.18 Colocación de cama de arena sobre el ripio

Capa de arena de 3 cm de espesor, para evitar la perforación de la lámina de polietileno que se coloca con posterioridad. Debido al tránsito de personas y/o carretillas durante las actividades hasta el hormigonado de la plataforma. Al mismo tiempo, ayuda a proteger las cañerías de las instalaciones de la vivienda.

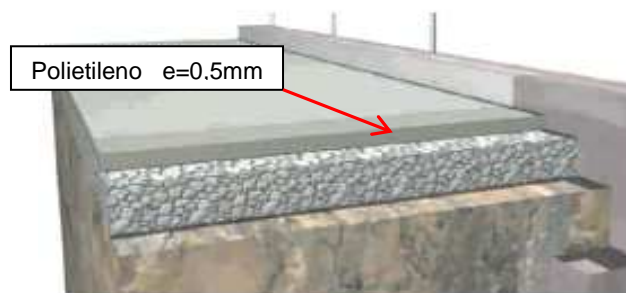


Fig.5.19 Instalación de la barrera de humedad, polietileno de $e = 0,5$ mm.

Barrera de humedad en polietileno de $e = 0,5$ mm. que asegura la no ascensión de humedad hacia el hormigón. En la colocación de dicha lámina, se debe tener la precaución de ejecutar todos los retornos necesarios por encima del sobrecimiento para evitar el ingreso de humedad en general a la vivienda.

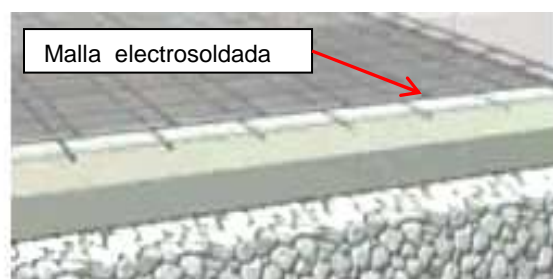


Fig. 5.20 Colocación de la malla electrosoldada sobre separadores plásticos de 2 cm. sobre la barrera de humedad

Malla metálica electrosoldada para asegurar que no ocurra micro-descensos por defectos en la compactación de la base. Se debe colocar separadores de plástico de 2 cm sobre la barrera de humedad adecuados para que la malla no quede apoyada directamente en la base.



Fig. 5.21 Colocación del hormigón con aditivo impermeabilizante



Fig. 5.22 Plataforma de hormigón con instalaciones y ejes de los entramados verticales

Finalmente el hormigón que se coloca debe poseer un aditivo impermeabilizante, para evitar la presencia de hongos y humedad, que podrían afectar la estructura en madera de la vivienda. Todas las instalaciones hidrosanitarias deben incorporarse a la plataforma de hormigón deben estar realizadas con la antelación debida, inspeccionando el atraque del hormigón a las diferentes pasadas, para no dejar espacios que permitan la infiltración de aguas o el ingreso de insectos. Terminado el proceso de construcción de la plataforma de hormigón, se procede a marcar en dicha plataforma los ejes ortogonales, los mismos que servirán de referencia para instalar los entramados verticales interiores de la vivienda.

5.4 ENTRAMADO VERTICAL

Son elementos compuestos por piezas verticales y horizontales de madera que se distribuyen de forma similar e independiente del tipo de servicio que presten, ya sea como elemento constructivo resistente o de separación entre recintos.

Según su capacidad soportante los entramados verticales se pueden clasificar en:

- Tabique soportante, es todo elemento vertical que forma parte de la estructura resistente de la vivienda, es un tabique diseñado para soportar cargas estáticas y dinámicas.
- Tabique auto-soportante, es todo elemento vertical de separación entre los recintos interiores de una vivienda, puede recibir cargas de magnitud reducida. Aunque no requiere de piezas arriostrantes, hay que incorporar aquellos componentes que ayudan a la adecuada fijación de muebles colgantes de tipo mural, soportes de clóset, artefactos, cañerías y ductos de instalaciones básicas en la vivienda.



Fig. 5.23 Encuentro normal entre tabique soportante perimetral con tabique interior autosoportante

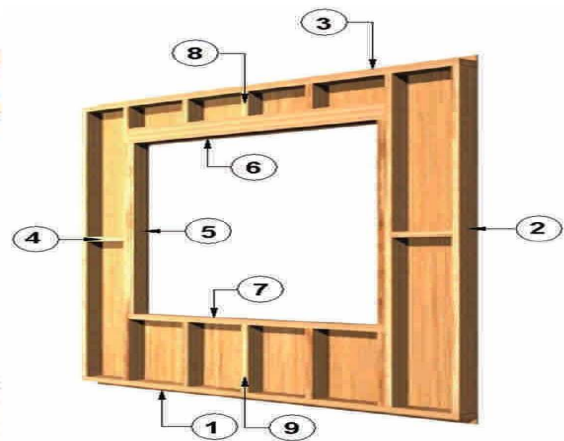


Fig. 5.24 Piezas principales de un entramado vertical

5.4.1 COMPONENTES DE LOS ENTRAMADOS VERTICALES

Son aquellos utilizados para estructurar el elemento completo en su fase de prefabricación:

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| 1. Solera inferior | 2. Solera superior |
| 3. Transversal cortafuego | 4. Jamba |
| 5. Dintel | 6. Alféizar |
| 7. Puntal de dintel | 8. Muchacho |

5.4.1.1 Solera Inferior

Pieza horizontal inferior que fija, por medio de uniones clavadas, todas las piezas verticales tales como pie derecho, jambas y muchachos. Su función principal es distribuir las cargas verticales hacia la plataforma.

5.4.1.2 Pie Derecho

Pieza vertical unida por medio de fijaciones clavadas entre las soleras superior e inferior.

Su principal función es transmitir axialmente las cargas provenientes de niveles superiores de la estructura.

En el caso de los tabiques auto-soportantes, sólo cumple con la función de ser el componente al cual se fijan las placas de revestimiento, muebles o elementos de equipamiento.

5.4.1.3 Solera Superior

Pieza horizontal superior que une, por medio de uniones clavadas, todos los elementos verticales tales como pie derecho, jambas y puntales de dintel. Transmite y distribuye a los componentes verticales las cargas provenientes de niveles superiores de la vivienda.

5.4.1.4 Transversal Cortafuego

Pieza componente que separa el espacio entre dos pie derecho en compartimientos estancos independientes.

También es llamada "cadeneta". Su función consiste en bloquear la ascensión de los gases de combustión y retardar la propagación de las llamas por el interior del tabique en un eventual incendio.

Permite, además, el clavado o atornillado de revestimientos verticales y ayuda a evitar el pandeo lateral de los pie derecho en el plano del tabique.

5.4.1.5 Jamba

Pieza vertical soportante que complementa la estructuración de vanos en puertas y ventanas. Su función principal es apoyar la estructuración del dintel.

5.4.1.6 Dintel

Corresponde al conjunto de una o más piezas horizontales que soluciona la luz en un vano de puerta o ventana. En el caso de tabiques soportantes, puede tratarse de dinteles de ambos tipos de vano. En el caso de tabiques auto-soportantes, por lo general, se trata sólo de dinteles de puertas. Su estructuración dependerá de la luz y de la carga superior que recibe.

5.4.1.7 Alféizar

Pieza horizontal soportante en elementos de ventana. Por lo general es utilizado sólo en tabiques soportantes perimetrales. Su estructuración dependerá de la longitud o ancho del vano, tipo y materialidad de la ventana que se especifica.

5.4.1.8 Puntal de Dintel

En aquellos dinteles de luz no mayores que 80 cm, y siempre que no actúen cargas puntuales provenientes de niveles superiores, la unión entre estos, la solera superior y el dintel en un vano de puerta o ventana, puede ser resuelta por medio de piezas verticales de longitud menor denominadas “puntales de dintel”, las que permitirán mantener, para efectos de modulación, la fijación de revestimientos por ambas caras del entramado.

5.4.1.9 Muchacho

Componente vertical que une el alféizar de un vano de ventana con la solera inferior, cumpliendo la misma función que un puntal de dintel.

5.4.2 COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LOS TABIQUES

Los tabiques soportantes son los principales elementos de la estructura resistente de la vivienda. Sus componentes son encargados de transmitir las cargas estáticas y dinámicas que afectan la edificación.

Por tal razón, debe realizarse una cuantificación del tipo y magnitud de las solicitaciones permanentes y eventuales, de modo que una vez en servicio, los tabiques soporten y cumplan con la función para la cual fueron diseñados.

Para lograr este objetivo, los tabiques soportantes requieren la incorporación de piezas o componentes arriostrantes, ya que sin ellos no presentarían resistencia a la tracción o a la deformación lateral, producto de la acción de cargas dinámicas.

Tradicionalmente, dicha condición ha sido resuelta incorporando piezas inclinadas de madera (diagonales estructurales), de distinta o igual escuadría que el resto de los componentes dentro de los planos paralelos del tabique.

Otra posibilidad es la utilización de tensores o arriostramientos en perfiles de acero. Las alternativas de solución son:

5.4.2.1 Diagonal Estructural

Pieza de madera de escuadría igual al resto de los componentes del tabique, colocada en forma diagonal (ángulo de $45^\circ \pm 15^\circ$) y en corte a media madera, con respecto a los pies derechos que componen el elemento. Se debe tener presente que, por cada diagonal puesta en una dirección, debe existir otra contrapuesta en el mismo plano.

La gran desventaja que presenta esta alternativa es la necesidad de incorporar al interior del tabique un mayor número de transversales cortafuego (un mínimo de dos filas de cadenetes) para evitar el pandeo lateral de la diagonal estructural ante esfuerzos horizontales.

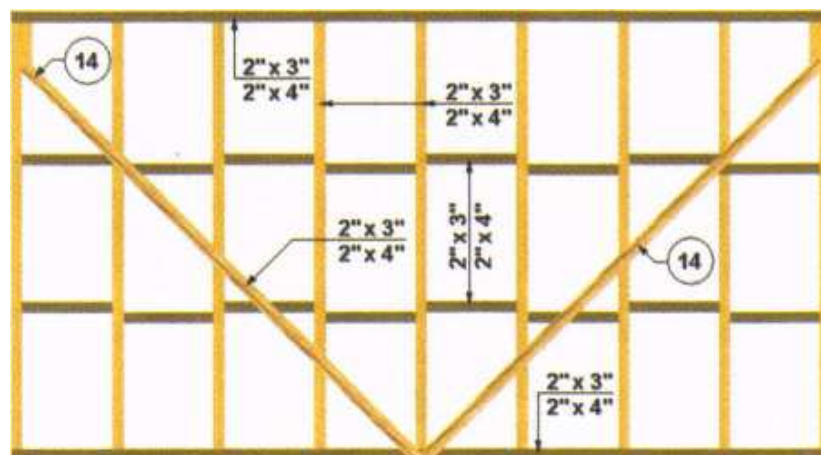


Fig. 5.25 Entramado vertical arriostrado por medio de diagonales estructurales, de igual escuadría que las piezas principales

5.4.2.2 Tensores metálicos en perfil de acero plano

Barra de acero plana de 20 a 50 mm de ancho y 3 a 5 mm de espesor, que se fija diagonalmente (ángulo de $45^{\circ}\pm 15^{\circ}$) en las intersecciones con pie derecho y soleras.

Al igual que en el caso anterior, se deben considerar tensores contrapuestos en un mismo plano alineado del muro. Para la colocación de tensores metálicos es necesario ejecutar un rebaje en las piezas de madera para incorporarlo al espesor final del elemento en obra gruesa.

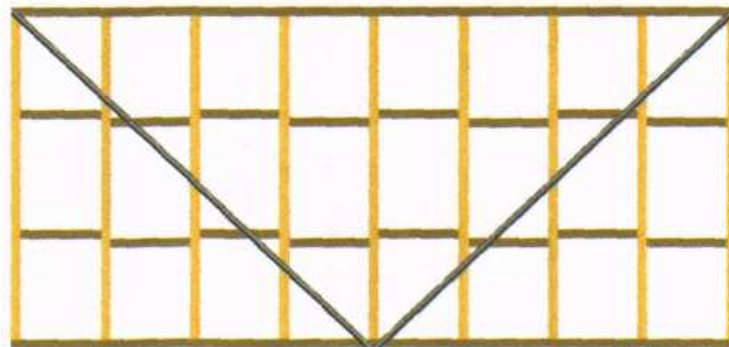


Fig. 5.26 Entramado vertical arriostrado por medio de tensores en barras de acero plano

5.4.3 ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ENTRAMADOS VERTICALES

El sistema plataforma para la construcción de viviendas permite la prefabricación de la gran mayoría de sus elementos.

En este aspecto, los entramados verticales son elementos determinantes en la velocidad y calidad final de la vivienda.

Para llevar a cabo la prefabricación de los tabiques en general, en una planta de prearmado, es necesario desarrollar los planos de fabricación y montaje a partir de lo establecido en el proyecto de arquitectura y el diseño estructural.

Se deben considerar una serie de aspectos que permitan proporcionar la información adecuada para generar dichos planos, para tabiques soportantes y auto soportantes, con toda la información e indicaciones necesarias.

5.4.3.1 Aspectos del Diseño Arquitectónico

Una vez que se hayan determinado las dimensiones definitivas de los recintos para una o más plantas de la vivienda, es fundamental estudiar dichas medidas para ajustarlas a la modulación que se defina para los tabiques que conformarán los cerramientos y las divisiones interiores.

Estos deben ser múltiplos de los largos comerciales de las piezas de pino radiata, de escuadrías 2"x 3" y 2"x 4" de 2.40 m; 3.20 m o 4.80 m de largo.

Igualmente la altura de los tabiques se relaciona con los tableros estructurales de madera, de medidas 122 x 244 cm (ancho y alto respectivamente).

A continuación se expone un ejemplo donde se muestra el plano planta de arquitectura del primer piso y el plano de modulación correspondiente, con la ubicación de los tabiques que será necesario prefabricar.

5.4.4 FABRICACIÓN DEL ENTRAMADO VERTICAL

5.4.4.1 Materiales, Herramientas y Equipos

Piezas de madera, clavos de 4" liso o helicoidales, lámina sintética, martillo neumático, cuñas de madera de 5 a 7 cm.

5.4.4.2 Metodología Constructiva



Fig. 5.27 a. Piezas de madera cortadas y figuradas para la elaboración de los entramados verticales b. Fabricación del entramado vertical

Se comienza determinando el tipo de entramado que se va a fabricar el cual esta en función de las características arquitectónicas de la vivienda, para luego verificar que las piezas de madera que fueron cortadas y figuradas, para la elaboración de dicho elemento cumplan con las especificaciones del diseño.

Luego se hace un prearmado de los elementos que forman el contorno del entramado como son: el pie derecho perimetral, solera superior y solera inferior y se fijan con clavos de 4" lisos o helicoidales, a lo menos 2 unidades por cada nudo o encuentro entre piezas componentes, la situación óptima de clavado es ortogonalmente en cada unión de piezas.

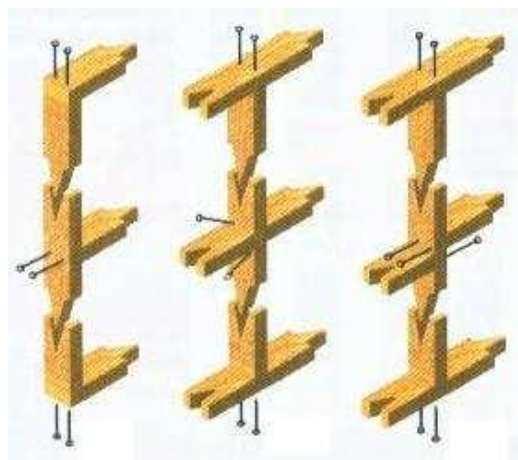


Fig. 5.28 Distribución y colocación de clavos en piezas componentes de tabiques

Luego se procede a clavar los pies derechos centrales a la solera superior e inferior, utilizando el material y el mismo procedimiento antes explicado.

También se procede a clavar las cadenetas, para lo cual se emplea clavos de 4" helicoidales, ya que estos elementos trabajan a tracción, a lo menos 2 unidades por cada nudo, las cadenetas son colocadas en un solo eje horizontal, lo que lleva a que la unión de cada uno es efectuada en forma ortogonal, sólo por uno de sus costados.

La fijación por el lado contrario debe ser ejecutada en forma inclinada de modo que el eje del clavo forme un ángulo de 30° con la pieza donde quedará la cabeza del clavo y a una distancia aproximada igual a 1/3 del largo del clavo, medida a contar del extremo de dicha pieza.

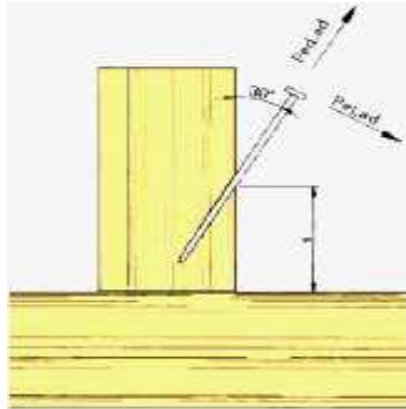


Fig. 5.29 Detalle para la correcta colocación de clavos

Se coloca la pieza de madera de escuadría igual al resto de los componentes del tabique, colocada en forma diagonal ($45^{\circ} \pm 15^{\circ}$), sin antes haber realizado el corte en las piezas que va a atravesar la diagonal estructural, este elemento se fija con clavos de 4" lisos o helicoidales, a lo menos 2 unidades por cada encuentro entre piezas.

Luego se sitúa las tuberías para las instalaciones eléctricas con sus respectivos cajetines, para lo cual es necesario perforar de algunos elementos del entramado vertical por donde va a atravesar la instalación sin que esto debilite la estructura del panel.



Fig. 5.30 Colocación de la diagonal estructural con la utilización del martillo neumático



Fig. 5.31 Elaboración del entramado vertical con instalaciones eléctricas

Finalmente se ubican puertas y ventanas. En ambos casos se colocan los marcos después que el vano se haya terminado con las medidas preestablecidas para posteriormente instalar la puerta o la ventana.

Para la instalar el marco, se utilizan cuñas de madera de un espesor de 5 a 7 mm, se atornilla el marco a la jamba, dejando cazadas las cuñas entre ambos elementos.

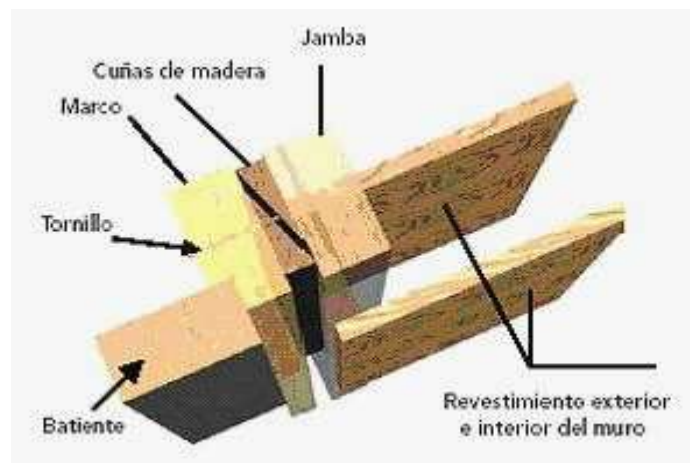


Fig. 5.32 Sujeción rígida, el revestimiento exterior e interior sujetan el marco y las cuñas

5.4.5 TRANSPORTE DE LOS PREFABRICADOS ENTRAMADOS VERTICALES

En general, el transporte de los entramados verticales de madera sólo está condicionado o limitado por el volumen a transportar, por las condiciones climáticas y topográficas del trayecto y del lugar.

En general los factores que deben ser considerados para establecer la forma más adecuada de transportar los elementos prefabricados son:

- Factibilidad de proteger debidamente los tabiques, por medio de láminas o lonas impermeables resistentes a condiciones severas de velocidad, temperatura, humedad del ambiente, lluvia, exceso de exposición al sol y tiempo de transporte, entre otros, para evitar deformaciones en los tabiques ya prefabricados.
- El acceso al lugar de la obra con el medio de transporte de carga seleccionado, ya sea por el estado del camino, curvas y pendientes de la ruta, por lo que es aconsejable un reconocimiento del terreno previamente.

5.4.5.1 Proceso de Carga

Los entramados verticales terminados se los colocan en la zona de carga, teniendo en cuenta sus dimensiones y para el proyecto que han sido prefabricadas, en la formación de pilas hasta un máximo de 20 paneles en altura, también se los ordena en la secuencia de su montaje.

Luego con la ayuda de un montacargas se las coloca en la plataforma del transporte, la cual tiene una superficie rugosa que aumenta la fricción, para evitar el deslizamiento de los paneles.

El apilado es hasta un máximo de 20 paneles, para luego protegerlos por medio de lonas impermeables las cuales son sujetadas con sogas en los extremos de la plataforma y transportarlos hasta el lugar de obra.



Fig. 5.33 a. Zona de carga en donde se deposita los prefabricados b. Colocación de los entramados en la plataforma del transporte c. Protección de los prefabricados con lonas impermeables

5.4.6 MONTAJE DE LOS PREFABRICADOS ENTRAMADOS VERTICALES

Los entramados verticales son considerados elementos menores de montaje debido a su poca longitud (máximo 4.80 m), por lo que se puede realizar manualmente por el personal de la obra.

5.4.6.1 Materiales, Herramientas y Equipos

Entramados verticales prefabricados, vigas de madera, clavos de 3½" y 1½", conectores metálicos galvanizados T,L, chicotes, fulminante, formón, taladro.

5.4.6.2 Metodología Constructiva



Fig. 5.34 a. Verificación de los ejes de acuerdo al plano de montaje b. Obtención del entramado vertical en el lugar de descarga en obra para su montaje



Fig. 5.35 a. Montaje del entramado vertical con la intervención de cuatro carpinteros b. Perforación de la solera inferior para anclar el panel a la plataforma de hormigón

Los entramados verticales (paneles) que han sido prefabricados en la industria, al llegar a obra, son descargados manualmente, puesto que son elementos menores, esta actividad se realiza lo más cerca posible del lugar de montaje.

Para la ejecución de esta tarea se utilizan cuatro carpinteros, uno de ellos verifica que el timbrado en la plataforma de hormigón cumpla con las dimensiones, formas y ángulos; que se especifica en el plano de montaje, a su vez comprueba que los chicotes estén verticales, limpios y a la distancia correcta (7 cm), con respecto a la superficie lateral exterior del sobrecimiento.

Luego el maestro carpintero estudia el plano de montaje, para determinar la ubicación del primer panel, que corresponde a la fachada frontal de la vivienda.

El grupo de montaje se dirige hacia donde están apilados los entramados verticales, identifica el panel con los datos proporcionados y también observando que dicho panel tiene escrito su referencia (longitud, tipo de panel perimetral o interior); para luego retirarlo y llevarlo a su ubicación final.

Para anclar el panel perimetral a los chicotes, el elemento debe estar en posición vertical, sobre dos vigas de madera que se asientan sobre el timbrado, se mide la luz entre chicotes, este dato nos permite determinar la ubicación en donde se debe taladrar para tener los agujeros que van hacer a travesados por los chicotes en la solera inferior, terminada esta actividad se retiran las dos vigas de madera al mismo tiempo que se introduce los chicotes en los orificios, estos deben atravesar completamente el orificio. El fragmento de espárrago que sobra de pasar la abertura es doblado hacia el plano de la solera inferior. Posteriormente se verifica la verticalidad del panel.

Para el montaje de los otros tabiques perimetrales se utiliza el sistema antes explicado, la secuencia de montaje de los paneles puede ser en sentido horario o antihorario desde la ubicación del primer panel, esto lo determina el plano de montaje. Seguidamente de la instalación de cada panel, con el objetivo de mantener la verticalidad de los entramados estos son asegurados con vigas de madera ancladas al suelo.



Fig. 5.36 a. Verificación de la verticalidad de los paneles b. Utilización de vigas de madera ancladas al suelo para mantener el aplomo de los paneles

En el caso del encuentro de tabiques perimetrales en la esquina, el anclaje se debe realizar con clavos de 3 ½” o clavijas que no traspasen ambos componentes que se fijan, pues con ello sólo se obtiene como resultado el debilitamiento de las piezas que se unen y una baja resistencia a la extracción de los clavos.

El clavado de todo pie derecho que se ubica en el extremo de un tabique, que se une a igual pieza de otro, se debe realizar con clavos distribuidos en forma regular y longitudinal, distanciados cada 15 cm en ejes alternados.



Fig. 5.37 Encuentro clavado de tabiques con distribución longitudinal en ejes alternados

Después de efectuar el montaje de los entramados perimetrales, se procede a la instalación de los paneles interiores, para el anclaje de estos entramados a la plataforma de hormigón se utiliza clavos de 3 ½” los cuales tienen agregado un elemento de caucho de diseño rugoso en la punta de la clavija, este componente se utiliza para mejorar la adherencia a la masa de hormigón cuando el clavo es introducido.

Para hundir el clavo en la solera inferior y en la plataforma de hormigón se utiliza la herramienta llamada fulminante.

Puesto que los entramados interiores interceptan las tuberías eléctricas, es necesario que en la solera inferior se realicen orificios para que sean atravesados por las instalaciones eléctricas.



Fig. 5.38 a. Realizando un orificio en la solera inferior con un formón para permitir el paso de las tuberías b. Montaje del entramado vertical interior (panel) c. Anclaje de los paneles interiores a la plataforma de hormigón utilizando un fulminante

La fijación del encuentro entre tabiques en la parte superior se lo realiza utilizando conectores metálicos galvanizados que los mantendrá protegidos de la intemperie, estos son: del tipo “T” y tipo “L”, los cuales son fijados a la solera de amarre con clavos de 1½” .

La función de estos conectores es: lograr una adecuada unión entre tabiques que se encuentren, obtener la resistencia adecuada a las solicitaciones de carga que son exigidos los entramados verticales y conseguir una base sólida para el montaje del entramado de entrepiso.

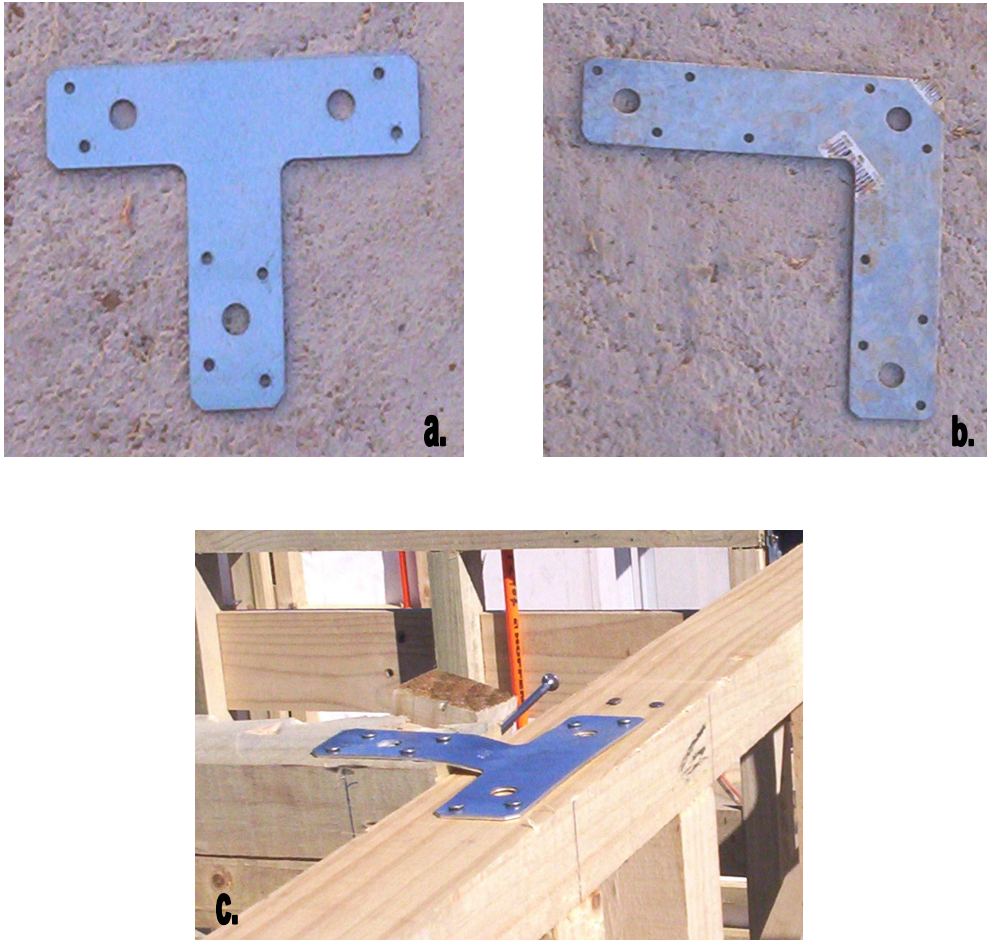


Fig. 5.39 a. Conector metálico tipo "T" b. Conector metálico tipo "L" c. Encuentro entre tabiques

5.5 ENTRAMADO DE ENTREPISO

Plataforma de madera del segundo nivel que absorbe las cargas del peso propio y de uso permanente y transitorio, transmitiendo a los tabiques de paredes soportantes, vigas maestras o dinteles.

5.5.1 COMPONENTES DEL ENTRAMADO DE ENTREPISO

5.5.1.1 Vigas doble T

Elementos estructurales lineales que salvan luces y que son solicitados por reacciones tales como: peso propio, sobrecargas de uso, viento y nieve entre otros. Las vigas doble T están formadas por un cordón superior y otro inferior de madera aserrada de madera laminada y por un alma de contrachapado que proporciona la altura.



Fig. 5.40 Viga doble T, formado por un alma de contrachapado con cordones superior e inferior

5.5.1.2 Crucetas

Elementos rectos que se disponen en forma diagonal entre las vigas, evitan las deformaciones laterales, volcamientos y posibles alabeos de las mismas. Ofrecen la ventaja de mantener ventiladas las vigas y la trascara de bases y revestimientos de piso, sus dimensiones son de 2" x 3".

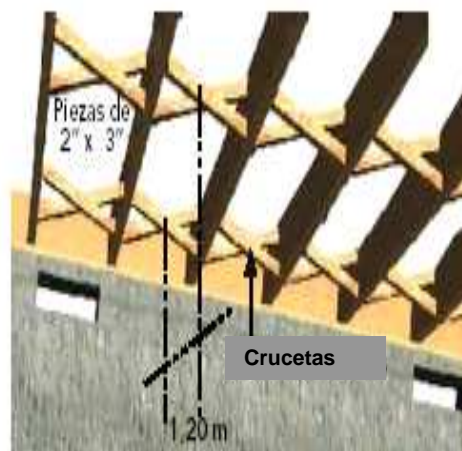


Fig. 5.41 Vista desde abajo de la plataforma de madera, crucetas con distancia máxima a 1,2 m

5.5.1.3 Tableros de hebras orientadas (OSB)

Los tableros de hebras orientadas (Oriented Strand Board, OSB) son fabricados en base a hebras de madera rectangular, adherida con ceras y adhesivos fenólicos. Dispuestas en tres capas orientadas perpendicularmente entre sí, prensadas a alta temperatura y presión, cortadas, selladas en los cantos y embaladas.

El uso de resinas fenol formaldehído (resistentes al agua) les confiere elevadas características de resistencia física y mecánica. Se recomiendan especialmente para aplicaciones estructurales en elementos verticales, inclinados y horizontales.



Fig. 5.42 Tablero de hebras orientadas OSB

5.5.2 FABRICACIÓN DEL ENTRAMADO DE ENTREPISO

5.5.2.1 Materiales, Herramientas y Equipos

Vigas doble T, crucetas de de 2" x 3", pegamento, clavos de 2", tableros de hebras orientadas OSB, herramienta menor

5.5.2.2 Metodología Constructiva

La elaboración del entramado de entrepiso se lo realiza en la industria, sus componentes son fabricados de manera simultánea para luego ser ensamblados, proporcionando un ahorro de tiempo y dinero, comenzaremos explicando la construcción de la viga doble T.

Los cordones superior e inferior (piezas de madera laminada), los cuales tienen una ranura en la mitad a lo largo de toda la pieza, en este se coloca pegamento para luego introducir el contrachapado que es el alma de la viga, uniendo las tres piezas. Posteriormente las vigas doble T, recién construidas son trasladadas a una prensa, para aplicar la compresión en los cordones superior e inferior y de esta manera obtener la solidez de la viga. Luego de transcurrido el tiempo en la prensa, la cual está en función de las recomendaciones de la marca comercial del pegamento, se lo retira, para limpiar el rebose del pegamento que se encuentra en el alma de la viga.

Después se coloca las crucetas, estas son piezas que se las obtiene del proceso de corte y figurado, con dimensiones promedio de 2" x 3" de sección, estos elementos rectos se disponen en forma diagonal entre las vigas, con una distancia máxima de 1,2 m, entre crucetas y crucetas las cuales están fijadas a la vigas con clavo de 2", cada par de crucetas junta dos vigas, la luz entre las dos vigas es de 40 cm. En total se arma un panel de entrepiso que esta compuesto de 5 vigas doble T como máximo, para luego emplazar el tablero de hebras orientadas OSB, al cordón superior, utilizando clavos de 2". Este elemento constituye la base del pavimento de entrepiso, el cual será terminado en obra.



Fig. 5.43 Fabricación de entramado de entrepiso en obra

5.5.3 TRANSPORTE DEL PREFABRICADO ENTRAMADO DE ENTREPISO

Para el transporte de los entramados de entrepiso se aplica los factores anteriormente desarrollados en el traslado de los entramados verticales.

5.5.3.1 Proceso de Carga

Los entramados de entrepiso terminados se los coloca en la zona de carga, teniendo en cuenta sus dimensiones y para el proyecto que han sido prefabricadas, en la formación de pilas hasta un máximo de 5 entramados en altura. Con la ayuda de un montacargas se las coloca en la plataforma del transporte, la cual tiene una superficie rugosa que aumenta la fricción, para evitar el deslizamiento de los paneles. El apilado es hasta un máximo de 4 entramados de entrepiso, para luego protegerlos por medio de lonas impermeables las cuales son sujetadas con sogas en los extremos de la plataforma y transportados hasta el lugar de obra.

5.5.4 MONTAJE DE LOS PREFABRICADOS ENTAMADOS DE ENTREPISO

Para el montaje de los entramados de entrepiso debe realizarse mecanizadamente, es decir, con la incorporación de máquinas que permitan realizar dicha actividad con alta seguridad, con conocimiento absoluto de los procedimientos a seguir y con la precisión que se requiere.

5.5.4.1 Materiales, Herramientas y Equipos

Entramados de entrepiso prefabricados, clavos de 2", vigas doble T, crucetas de de 2" x 3", pegamento, herramienta menor, grúa.

5.5.4.2 Metodología Constructiva



Fig. 5.44 a. Descarga del entramado de entrepiso en obra con una grúa b. Colocación de correas metálicas sobre el entramado vertical, las cuales servirán como apoyo al entramado de entrepiso



Fig. 5.45 a. Elevación del entramado de entrepiso al lugar de montaje con la utilización de una grúa b. Distribución del prefabricado en el entrepiso

Los entramados de entrepiso que han sido prefabricados en la industria, al llegar a obra, son descargados con una grúa, esta actividad se realiza lo más cerca posible del lugar de montaje.

Previamente se instala dos correas metálicas, una sobre el entramado vertical de la fachada frontal y otra perpendicular a esta que se origina en el medio y se extiende hasta el entramado vertical interior.

Al iniciar la actividad de montaje la grúa eleva tres entramados de entrepiso los cuales son colocados sobre los entramados verticales, dos obreros se encargan de retirar el cable de acero que sostiene a los entramados, para luego distribuirlos e ir creando el entrepiso.

En el caso de las vigas doble "T" uno de sus extremos se apoya en las correas metálicas las cuales son ancladas con clavos de 2", el otro punto se apoya en el entramado vertical.

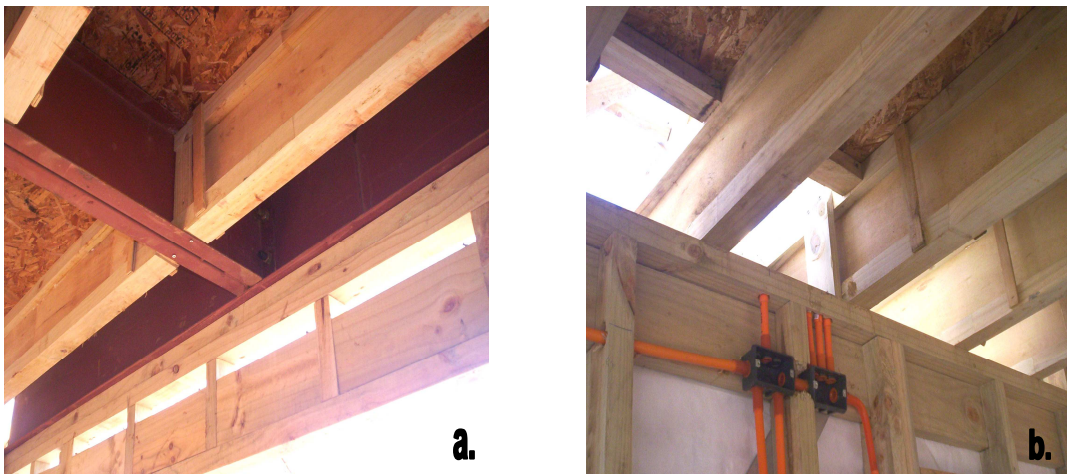


Fig. 5.46 a. Vigas doble "T" con punto de apoyo en las correas metálicas b. Vigas doble "T" con punto de apoyo en el entramado vertical perimetral

5.6 ESTRUCTURA DE TECHUMBRE

Se entiende por techumbre toda estructura de una edificación ubicada sobre el cielo del último piso, cuya función es recibir un recubrimiento para aislar a la vivienda del medio ambiente, protegiéndola del frío, calor, viento, lluvia y/o nieve. De manera general esta compuesto por: frontones y entramados de techumbre.



Fig. 5.47 Fabricación de estructura de techumbre en taller

5.6.1 FABRICACIÓN

5.6.1.1 Materiales, Herramientas y Equipo

Vigas verticales y horizontales, clavos de 2½" lisos o helicoidales, herramienta menor.

5.6.1.2 Metodología Constructiva

Del proceso de corte y figurado de la madera, obtenemos las piezas para construir la estructura, verificando que sus dimensiones y formas cumplan con lo determinado en los planos, esta actividad se lo realiza en la industria para luego transportarlo a obra.

Se inicia realizando un prearmado de los elementos que forman el contorno del entramado de techumbre como son las vigas verticales y horizontales fijando con clavos de 2½" lisos o helicoidales, a lo menos 2 unidades por cada nudo o encuentro entre piezas componentes, la situación óptima de clavado es ortogonalmente en cada unión de piezas. Luego se verifica el cumplimiento de dimensiones, formas y ángulos.

Una vez comprobados se procede a clavar las vigas horizontales interiores y las diagonales estructurales de madera, utilizando el mismo procedimiento de fijación antes explicado y se realiza un nuevo control y verificación de las dimensiones, formas y ángulos.

5.6.2 TRANSPORTE DEL PREFABRICADO ESTRUCTURA DE TECHUMBRE

Para el transporte de la estructura de techumbre prefabricada se aplican los procedimientos descritos en el traslado de los entramados verticales.

5.6.2.1 Proceso de Carga

La estructura de techumbre se coloca en la zona de carga, teniendo en cuenta sus dimensiones y para el proyecto que han sido prefabricadas, en la formación de pilas hasta un máximo de 20 entramados en altura.

Luego con la ayuda de un montacargas se las coloca en la plataforma del transporte, la cual tiene una superficie rugosa que aumenta la fricción, para evitar el deslizamiento de los paneles.

El apilado es hasta un máximo también de 20 estructuras de techumbre, para luego protegerlos por medio de lonas impermeables las cuales son sujetadas con sogas en los extremos de la plataforma y transportarlos hasta el lugar de obra.

5.6.3 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE TECHUMBRE

5.6.3.1 Materiales, Herramientas y Equipos

Estructura de techumbre, clavos de 2½, 3 y 4" lisos o helicoidales, herramienta menor, grúa.

5.6.3.2 Metodología Constructiva



Fig. 5.48 a. Elevación de frontón con la utilización de una grúa. b. Montaje del frontón

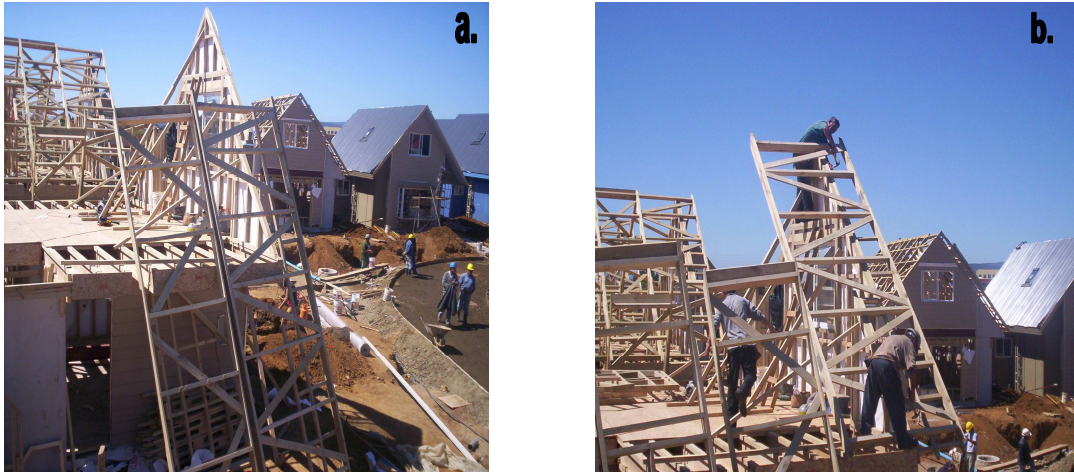


Fig. 5.49 a. Ubicación de la estructura de techumbre para su posterior elevación y montaje
b. Instalación de la estructura de techumbre

La estructura de techumbre que ha sido prefabricado en la industria, al llegar a obra, son descargados con una grúa, esta actividad se realiza lo más cerca posible del lugar de montaje.

El primer elemento de la estructura de techumbre en ser instalado son los frontones, los cuales son elevados con una grúa al sitio de montaje, en donde dos carpinteros se encargan de cuadrar y alinear la pieza al igual que anclarla al entrepiso con clavos de 3" distanciados entre cada uno por 15 cm.

Después se coloca el entramado de techumbre hacia los costados de la casa para ser elevados de manera manual hasta al sitio de montaje. La secuencia de montaje es un entramado por el lado izquierdo y luego otro por el lado derecho con respecto a la casa se puede iniciar también por el lado derecho.

El primer entramado en subir es fijado al frontón con clavos de 4" lisos o helicoidales distanciados por 10 cm., luego se eleva el siguiente entramado por el lado opuesto al primero y anclado al frontón de la misma manera. Luego se repite este proceso en el otro frontón, de tal manera que al iniciar el montaje del resto del entramado de techumbre sus extremos estén ya ubicados.

El encuentro entre los dos entramados de techumbre en su extremo superior es fijado con clavos de 2½", a lo menos dos unidades. La serie se repite hasta terminar el montaje de la estructura de techumbre en el siguiente frontón.

5.7 ESCALERAS

La escalera de una vivienda, en general, es la estructura utilizada para comunicar sus distintos niveles. Conformada principalmente por una serie de escalones dispuestos en un plano inclinado, diseñados y estructurados convenientemente para dicho fin.

En términos arquitectónicos, juega un rol importante en cuanto a su presentación, materialidad y estética. En algunos casos, su diseño es un referente importante de la decoración de la vivienda, condición que dependerá o será función de su valor comercial.

5.7.1 COMPONENTES QUE CONFORMAN UNA ESCALERA

5.7.1.1 Escalón o peldaño

Corresponde a cada uno de los subniveles que conforman la escalera, permiten acceder a uno o más recintos en un nivel superior o inferior de la vivienda

Un escalón o peldaño puede ser según su ubicación:

5.7.1.1.1 Escalón o peldaño de arranque

Es el peldaño de inicio de la escalera. La sección de larguero o zanca que recibe esta primera grada o escalón, debe ser anclada convenientemente, ya sea a la plataforma de hormigón o de estructura de madera.

5.7.1.1.2 Escalón o peldaño de entrega

Corresponde al peldaño de llegada en una escalera. Al igual que el peldaño de arranque, el larguero en esta zona debe estar convenientemente anclado a la estructura de entepiso o descanso, según corresponda.

5.7.1.2 Huella

Componente horizontal de cada peldaño o escalón. Corresponde a la profundidad neta entre dos contrahuellas sucesivas. La huella de cada escalón puede estructurarse en madera aserrada 2 pulgadas de espesor como mínimo (41 mm), o bien en tablero contrachapado estructural, en un espesor mínimo de 18 mm. En general, cuando se utiliza este último, es porque la huella será revestida con algún otro tipo de pavimento de terminación.

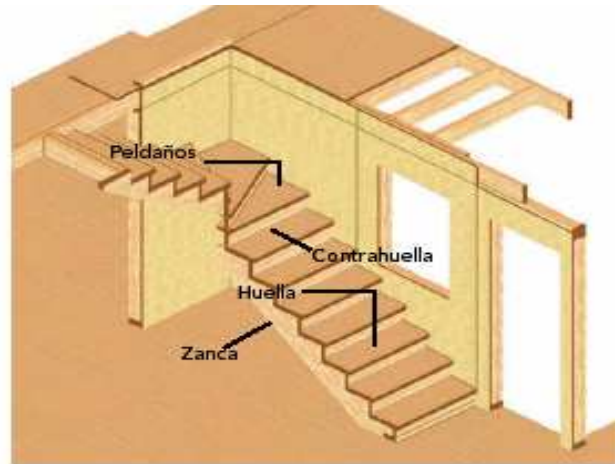


Fig. 5.50 Vista isométrica de los componentes de una escalera de madera

5.7.1.3 Contrahuella

Componente vertical de cada peldaño o escalón, corresponde a la altura neta entre dos huellas sucesivas. Al igual que la huella, puede ser especificado utilizando como componente de terminación en algunos de los materiales anteriormente descritos, o la otra alternativa es que no se materialice la contrahuella, dejando el espacio libre.

Las dimensiones mínimas para ancho de huella y contrahuella, son las siguientes:

- Fondo de huella en proyección horizontal = 28 cm libre
- Altura de contrahuella = 17 cm máximo

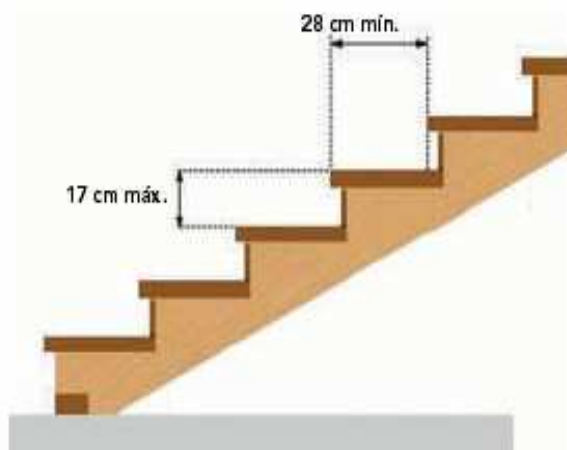


Fig. 5.51 Dimensiones reglamentarias para escaleras de viviendas unifamiliares

5.7.1.4 Larguero

También llamado zanca, corresponde a una o más vigas estructurales, en las cuales se apoyan las huellas y contrahuellas de la escalera.



Fig. 5.52 Tipos de apoyo para huellas en la zanca

5.7.1.5 Barandas

La altura mínima de barandas y pasamanos en escaleras es de 95 cm, medidos en vertical desde el borde de la huella hasta la cara superior de la baranda. Por otra parte, la estructura de baranda debe ser proyectada y ejecutada necesariamente a partir de aquella huella cuya altura, medida desde el nivel de piso terminado adyacente, alcanza los 100 cm.

5.7.1.6 Zócalo

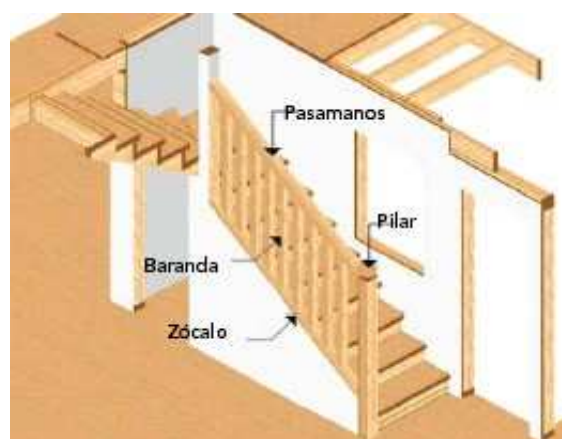


Fig. 5.53 Representación arquitectónica de la escalera

Corresponde a la pieza de madera inferior de la baranda, en la cual descansan y se fijan inferiormente los balaustres

5.7.2 CONSTRUCCIÓN DE LA ESCALERA

5.7.2.1 Materiales, Herramientas y Equipo

Tablero contrachapado, conectores metálicos, sales de CCA, piezas de 2" x 10" encoladas de canto, madera cepillada, clavos y tornillos, taladro, herramienta menor.

5.7.2.2 Metodología Constructiva

Uno de los principales aspectos geométricos que se deben considerar antes de ejecutar el replanteo de la escalera es verificar los siguientes elementos:

- Geometría del espacio donde se desarrollará la escalera.
- Altura total.
- Largo total.
- Dimensiones de la escotilla del entrepiso.
- Ancho libre de la escalera, considerando los revestimientos especificados.

5.7.2.2.1 Replanteo de la escalera

Verificados los puntos antes expuestos, se puede dar inicio al replanteo en forma segura. Montados los tabiques de la estructura que conforman el o los costados de la escalera en obra gruesa, se debe realizar el trazado y replanteo de las líneas que determinan el ancho, arranque y llegada de la escalera.

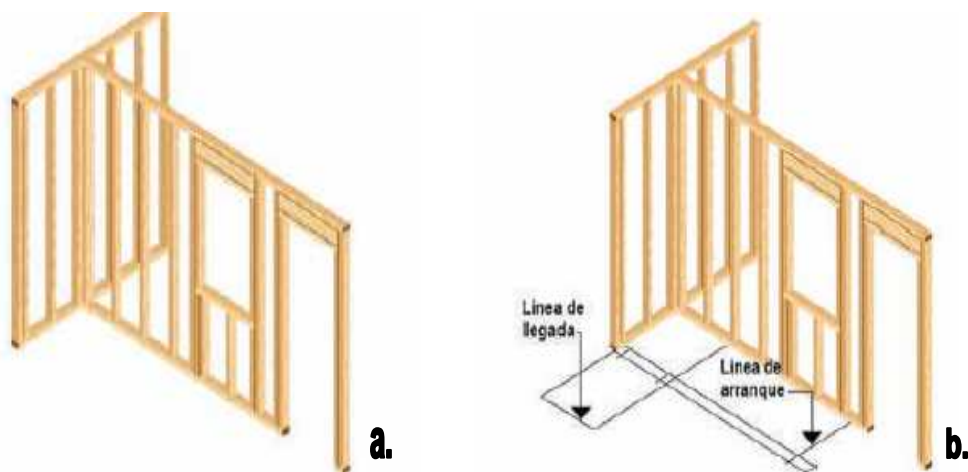


Fig. 5.54 a. Tabiques de la estructura vistos desde el interior de la vivienda, en los cuales se apoyará la escalera b. Trazado de largo y ancho de la escalera en proyección horizontal

Trazado desde la línea de inicio de la contrahuella del primer peldaño. La ubicación de esta línea de referencia debe coincidir con la longitud total de la escalera, medida desde la contrahuella de la última grada.

5.7.2.2.2 Componentes auxiliares de fijación

La altura de cada contrahuella debe ser establecida en valores parciales y acumulados, con respecto a un nivel de referencia

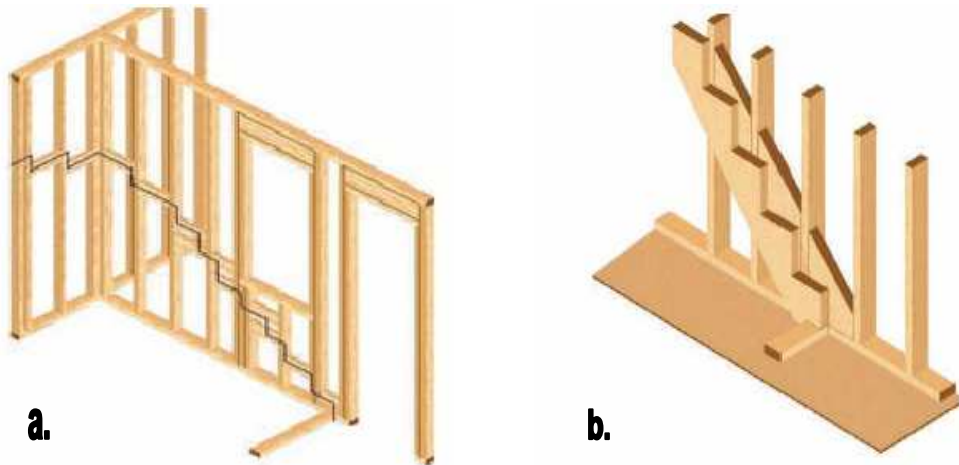


Fig. 5.55 a. Trazado preliminar de las gradas y colocación de refuerzos auxiliares de madera en la estructura del tabique y a la plataforma base de piso b. Colocación de componentes auxiliares para la fijación de los revestimientos y el anclaje de las zancas a la plataforma horizontal.

En esta primera etapa, se traza el perfil de la escalera en los muros de apoyo, con el objeto de fijar a la estructura de los tabiques y entre los pie derecho piezas auxiliares de madera para el anclaje y apoyo de las zancas.

Estos componentes auxiliares también tienen por función ser una base de apoyo de los revestimientos especificados, como por ejemplo, placas de yeso-cartón, fibrocemento e incluso tableros estructurales.

Una vez colocadas la totalidad de estas piezas auxiliares, los paramentos interiores de los tabiques de apoyo deben ser revestidos con tablero contrachapado u OSB, en un espesor mínimo de 9 mm.

Sobre el paramento revestido, se procede nuevamente a trazar en forma definitiva el perfil de la escalera.

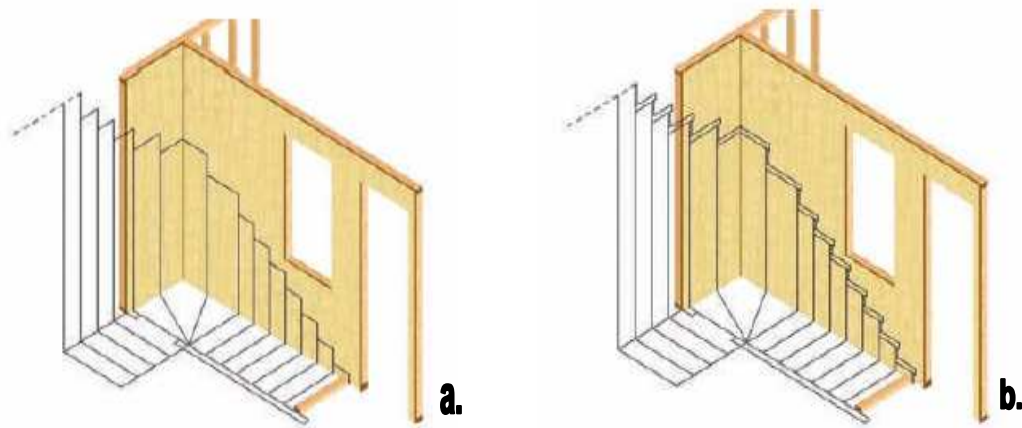


Fig. 5.56 a. Trazado de la proyección horizontal y vertical de la escalera y ubicación de la pieza de anclaje (madera o conector metálico), para la fijación de apoyo de los largueros b. Trazado de la proyección horizontal y vertical de huellas y contrahuellas de la escalera

Se procede a descontar los espesores de huella y contrahuella en cada escalón o peldaño. El perfil obtenido corresponde a la forma de las zancas de la escalera que servirán de apoyo a los componentes de terminación, es decir, huellas y contrahuellas en madera cepillada o en contrachapado estructural, (este último caso para la posterior colocación de alfombra u otro tipo de pavimento similar). Las zancas o largueros deben ser confeccionados con piezas de madera seca en cámara, idealmente con un contenido de humedad inferior al 15 %.

5.7.2.2.3 Anclaje inferior y superior de las zancas

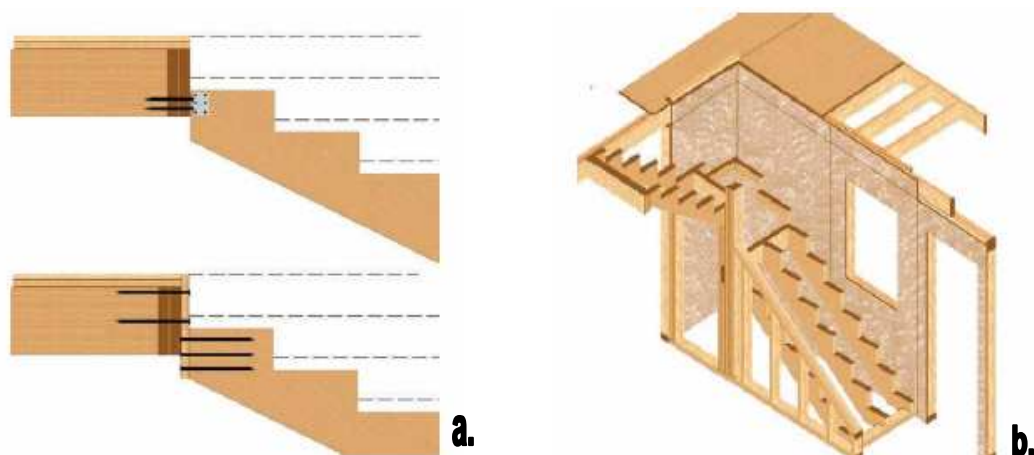


Fig. 5.57 a. Anclaje superior de la zanca a la estructura de entrepiso por medio de conectores metálicos o unión clavada con contrachapado b. Con el trazado, fabricación y fijación de las zancas o largueros, sólo resta la fabricación, ajuste y colocación de huellas y contrahuellas

En el extremo inferior de la escalera, conformado por los largueros y la plataforma base de piso, debe anclarse una pieza de madera o conectores metálicos que evite el deslizamiento de los largueros, debido al empuje producido por la acción de las cargas actuantes. Si el anclaje de la pieza de madera se realiza sobre radier de hormigón, la madera debe ser impregnada con sales de CCA y ser colocada sobre una doble lámina de material aislante (fieltro asfáltico de 15 lb.)

En el extremo superior de la escalera, conformado por los largueros y la plataforma de entrepiso, debe fijarse también una pieza de madera o conectores metálicos que complementen el apoyo de la estructura en el tramo de entrega.

5.7.2.2.4 *Fabricación y colocación de huellas y contrahuellas*

Cuando se especifica que las huellas de la escalera sean resueltas en madera cepillada, debe utilizarse un espesor mínimo de 41 mm (piezas de 2" x 10" encoladas de canto). Además, la luz máxima entre zancas, que corresponde a los apoyos de cada huella, no debe exceder de 60 cm.

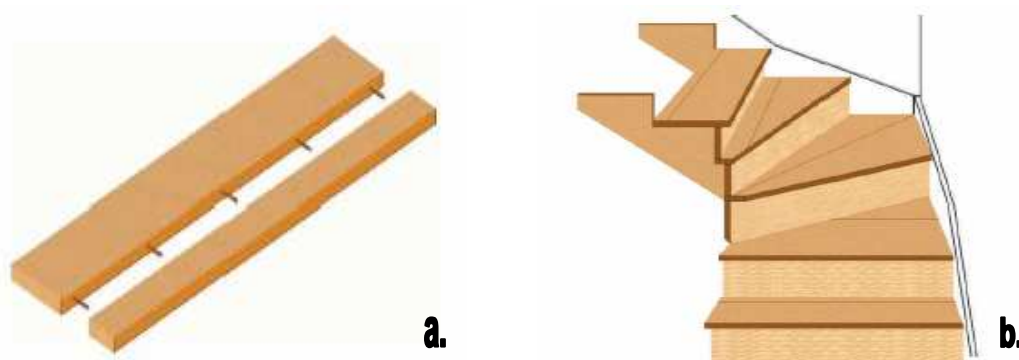


Fig. 5.58 a. Encolado de piezas de madera para el armado de las huellas de una escalera b. Ejemplo de huellas encoladas de tipo recto y diagonal en zona de abanico

En el caso de las contrahuellas puede especificarse madera cepillada de 19 mm de espesor. Cuando la terminación de la escalera corresponde a alfombra u otro tipo de pavimento de espesor no mayor a 10 mm, la huella y contrahuella, que en este caso pasan a ser base de pavimento, puede ser tablero contrachapado de 18 mm de espesor mínimo y será necesario incorporar, piezas de 2" x 3" que actúen como apoyo de borde en cada huella. Una vez colocadas la totalidad de huellas y contrahuellas, se debe verificar que la estructura completa se encuentre convenientemente apoyada a sus tabiques laterales.



Fig. 5.59 Ubicación del tabique lateral de apoyo y fijación de la estructura de la escalera. Bajo el segundo tramo se puede observar un vano de puerta que dará lugar a un clóset bajo la escalera

5.7.2.2.5 Fijación de otros componentes

Se debe tener la precaución de realizar la fijación de la baranda de la escalera en la etapa de estructuración de la misma. Los pilares de la baranda deben anclarse convenientemente a su base y a la estructura de la escalera de modo de otorgar seguridad a los usuarios de la vivienda.

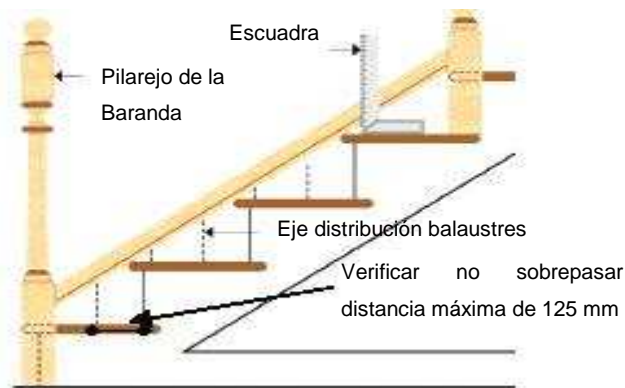


Fig. 5.60 a. Armado de la baranda de la escalera. Se puede observar la colocación de los pilarejos y la presentación y forma de atraque del zócalo

Mediante líneas marcadas en las gradas ejecutadas en sentido horizontal y que representan la distribución uniforme de los balaustres, se realizan las perforaciones en el zócalo para la colocación de dichos componentes de la baranda.

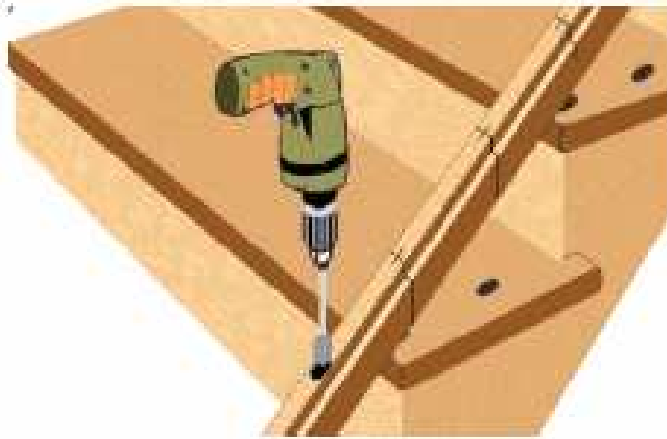


Fig. 5.61 Perforaciones para la colocación y fijación de balaustres

En términos generales, la baranda de una escalera es el principal elemento de seguridad durante el avance o tránsito por ella. Por lo tanto, la ejecución de este componente se debe realizar con materiales adecuados, sobre todo en lo que se refiere a la calidad de la madera, tipo, número de fijaciones y anclajes utilizados.

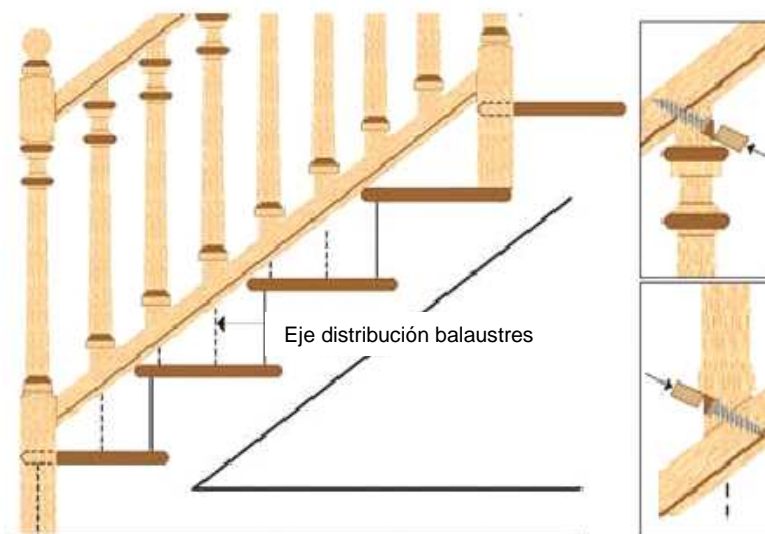


Fig. 5.62 Fijación de balaustres y baranda mediante tornillos

CAPITULO 6
INSTALACIONES Y TERMINACIONES

6.1 INSTALACIONES SANITARIAS Y ELECTRICAS

Una de las ventajas del sistema de construcción de vivienda con estructura en madera, es utilizar espacios libres en cualquier tipo de entramado para ubicar ductos y cañerías de instalaciones sanitarias y eléctricas de la vivienda. Al materializar las instalaciones en estas condiciones se ahorra materiales, mano de obra y hay disminución en plazos para la ejecución y puesta en servicio.

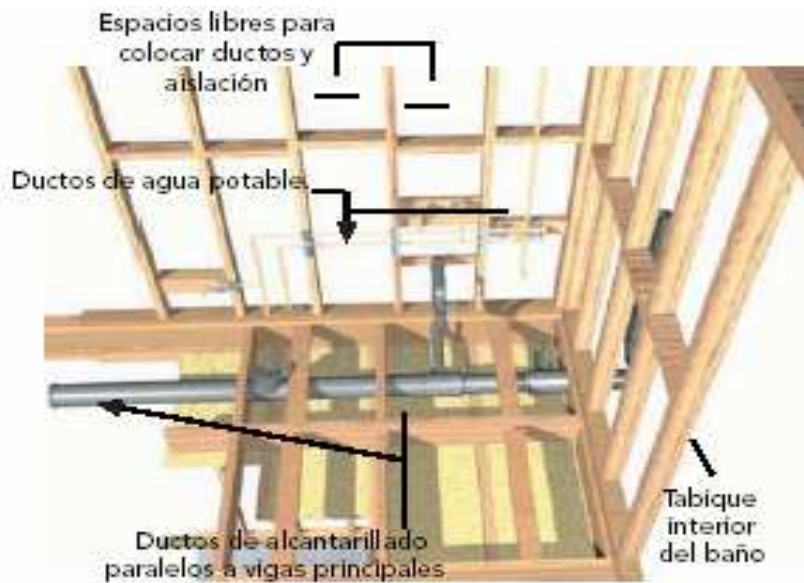


Fig. 6.1 Colocación de ductos de alcantarillado y agua potable en los espacios que generan las estructuras

La disposición de los artefactos de baño debe ser proyectada en línea, con el objeto las cañerías de descarga del alcantarillado, se dispongan en forma paralela a las vigas principales o secundarias de la plataforma de piso, entrepiso y pie derecho de tabiques.

En el caso de alcantarillado para dos baños en segundo piso, las líneas de descargas y la forma de evacuar las aguas servidas debe ser por una sola cañería registrable al primer piso, directo a cámara.

Las instalaciones hidráulicas o de agua potable son hechas con tubería de cobre de ½" de diámetro. De forma similar las tuberías para instalaciones sanitarias son de PVC y con diámetros de 2" para lavabos y fregaderos, 5" para inodoros y 10" para el colector de descarga. Las instalaciones eléctricas se componen de tubería plástica tipo conduit de ½", cajetines metálicos y alambres n. 8, 10, 12, 14.

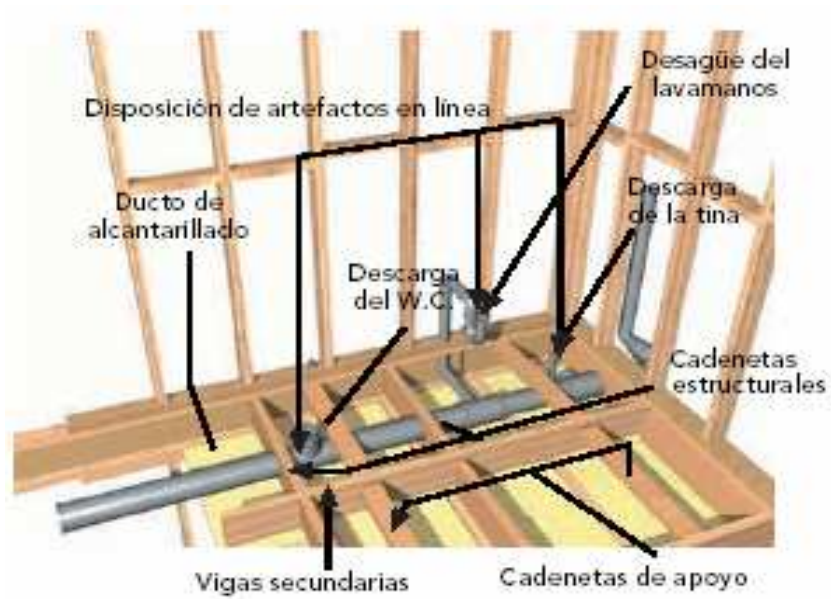


Fig. 6.2 En la figura se observan las descargas de artefacto de W.C., lavamanos y tina dispuestos en línea. La descarga perfora las cadenas de la estructura de plataforma

Se debe realizar perforaciones en las cadenas, pie derecho, solera superior e inferior y en las vigas doble "T" donde estas estén apoyadas en un entramado vertical, para atravesar la tubería plástica.



Fig. 6.3 a. Taladrando la solera superior para introducir la tubería de instalación eléctrica b. Tubería encajada en pie derecho

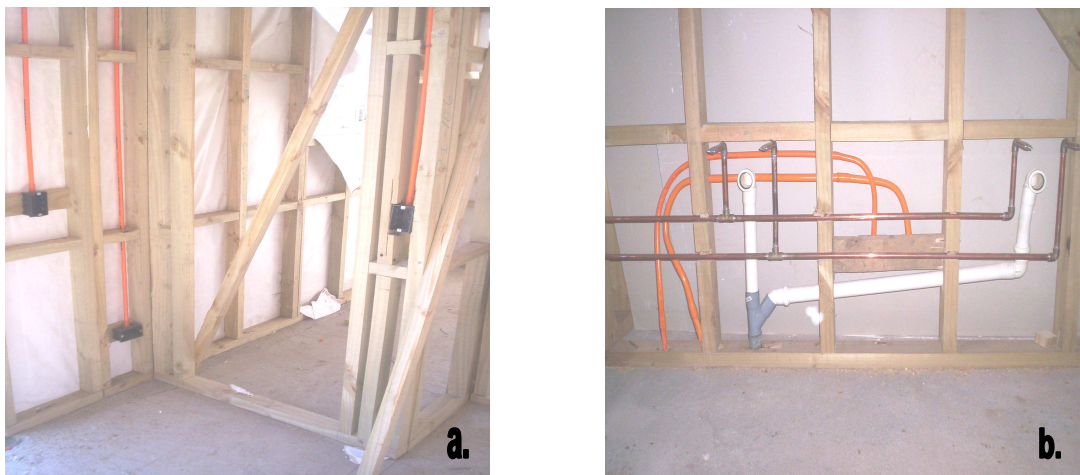


Fig. 6.4 a. Instalaciones eléctricas en entramado vertical b. Instalaciones de agua potable tubería de cobre, instalaciones sanitarias tubo PVC e instalaciones eléctricas tubería plástica

6.2 REVESTIMIENTOS INTERIORES

Los revestimientos interiores constituyen: barrera de humedad, aislamiento térmico, protección acústica y protección contra el fuego, en la construcción de las viviendas de madera.

Las construcciones de viviendas con estructuras de madera son fáciles de aislar, ya que cuentan con espacios en su estructura entramados verticales, horizontales e inclinados que pueden ser rellenos con aislantes relativamente económicos.

6.2.1 BARRERA DE HUMEDAD

Las actividades normales de una casa, tales como cocinar, lavar y uso de baños, genera una cantidad considerable de vapor de agua que es absorbido por el aire interior, lo cual aumenta su nivel de humedad.

Si durante los meses fríos se permite que ese vapor de agua entre en contacto con la estructura interior de la vivienda, la baja temperatura en su interior puede causar que el vapor de agua se condense y transforme nuevamente en agua.

Por el daño que puede causar el agua a los materiales de recubrimiento, los elementos estructurales y el material aislante (térmico-acústico), se debe emplear algún medio para mantener el vapor de agua dentro de la vivienda.

La barrera de humedad es una lámina sintética, colocada por la cara exterior del tabique y en la cubierta, cuya función es aislar la envolvente de humedad y de posibles infiltraciones de agua lluvia.



Fig. 6.5 Recubrimiento con lámina sintética

Se debe colocar en forma continua sobre toda la superficie de la placa estructural de cubierta, antes de colocar la solución de cubierta correspondiente. Se debe comenzar en la base de la estructura de techumbre y traslaparla 10 a 15 cm. en el sentido contrario a la dirección del viento.



Fig. 6.6 a. Preparación de la lamina sintética previo a su instalación. b. Tendido de la barrera de humedad sobre la estructura de techumbre

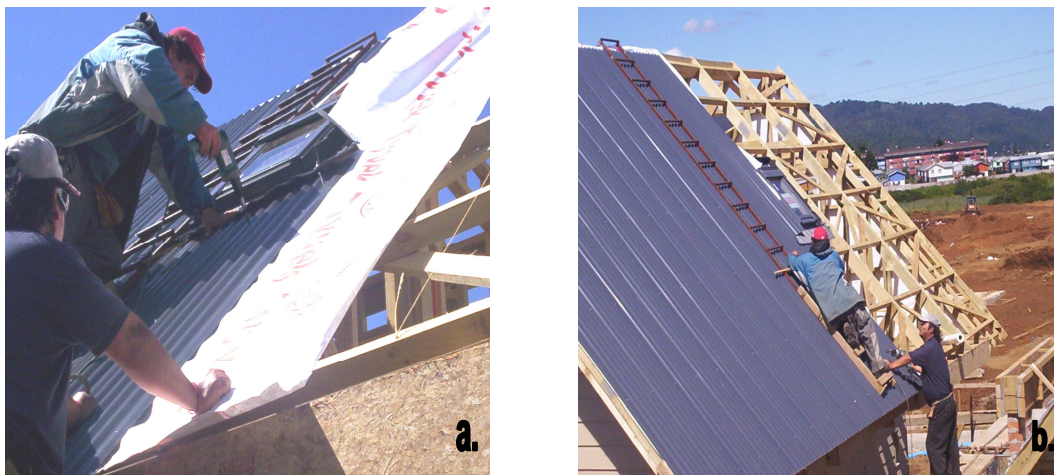


Fig. 6.7 a. Traslape de la barrera de humedad. b. Montaje de la solución de cubierta (planchas de aluminio) sobre la lámina sintética.

La sujeción de la barrera de humedad se debe hacer con clavos con una cabeza plástica o con sujetadores especiales, para prevenir el rompimiento de ésta, colocando como mínimo tres en la parte superior, media e inferior.

En los perímetros de tabiques y alrededor de vanos de puertas y ventanas, las fijaciones deben ir cada 10 cm. Una vez colocada la barrera de humedad en puertas y ventanas, se deben doblar las aletas del lado y fondo hacia el interior del vano de la ventana y sujetar cada 15 cm.



Fig. 6.8 Recubrimiento con lámina sintética en ventana

6.2.2 AISLAMIENTO TÉRMICO

La madera, como material principal en la estructura y como revestimiento de terminación de la envolvente de la vivienda, tiene una resistencia relativamente baja a la transmisión del calor. En consecuencia, si se considera la situación del invierno, es necesario colocar aislamiento térmico que permita minimizar las pérdidas de energía.

La lana de vidrio presenta una elevada resistencia al paso de flujos calóricos entre un ambiente acondicionado y su entorno, debido a su alto Coeficiente de Resistencia Térmica (R). Lo anterior es válido tanto en invierno como en verano.

6.2.3 AISLAMIENTO ACÚSTICO

Es importante considerar el control del ruido en una vivienda como una comodidad adicional, por ejemplo, en dormitorios, baños, y aquellos recintos en el interior donde sea necesario contener el sonido dentro de éste y/o contener el ruido indeseado hacia fuera. La lana de vidrio posee cualidades acústicas aceptables y su elasticidad le permite ser un material que se adapta a la técnica de pisos flotantes. Igualmente, permite mejorar sensiblemente el índice acústico en tabiques interiores.



Fig. 6.9 a. Medición del área en el tablero que se va a aislar b. Cortado de lana de vidrio para su instalación en el entramado a aislar.



Fig. 6.10 a. Instalación de la lana de vidrio. b. Aislamiento acústico y térmico instalado

6.2.4 PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

Cuando se consulta al común de las personas por la elección para su vivienda definitiva, entre una de hormigón o albañilería y una comparación con la de madera, en la mayoría de los casos existe marcada tendencia por las viviendas, según ellas, más sólidas y que ofrecen mayor seguridad.

Uno de los argumentos mayoritariamente utilizados para dicha elección, es la percepción de mayor ocurrencia de incendios que tiene la vivienda de madera por sobre las otras.

Sin embargo, la probabilidad de que ello ocurra no es mayor en uno ni otro caso. El incendio en una vivienda no se genera porque se trate de una casa de madera, sino que se produce por una serie de factores independientes de la materialidad de la edificación.

La madera, siendo un material inflamable, presenta una serie de ventajas en caso de un eventual incendio.

Sin embargo, existe una serie de falsas creencias que actúan en desmedro de las variadas cualidades que presenta este material.

En su forma más básica, un incendio se produce por la generación del denominado triángulo del fuego, el cual se inicia a partir de la acción y presencia de calor, oxígeno y combustible.

6.2.4.1 Fuente de calor

Es aquella que genera una temperatura suficiente para iniciar la combustión y que puede presentarse por causas tan recurrentes como:

- Descuido de moradores u ocupantes de la vivienda que resulta en restos de cigarrillos encendidos, mal apagados o en la inadecuada manipulación de fósforos.
- Sobrecargas en la instalación eléctrica.
- Falta de mantenimiento y falla de artefactos a gas, como cocinas y estufas principalmente.
- Descuido en la manipulación y ubicación de estufas y braseros.

6.2.4.2 Oxígeno

Presencia de oxígeno en el aire que se respira en toda vivienda.

6.2.4.3 Combustible

Existencia de materiales combustibles en el interior de la vivienda, lo que constituye la carga de fuego.

Como es de suponer, los elementos que componen el triángulo del fuego están presentes en toda vivienda.

Una vez iniciado, un incendio se desarrolla y propaga a través de los materiales que componen la carga de fuego: enseres, ropa, muebles, alfombras, adhesivos, cortinas y otros materiales inflamables de uso común en viviendas.

En general, un siniestro jamás se inicia en los materiales que conforman la estructura resistente cuando se utilizan técnicas adecuadas de construcción y materiales resistentes a la acción del fuego (vivienda segura).

Por lo que, el revestimiento interior utilizado son planchas de fibrocemento los cuales poseen propiedades incombustibles, impermeables e imputrescentes lo cual también representan una buena solución para recintos húmedos como baños, cocinas, muros a la intemperie, ambientes salinos o alcalinos.



Fig. 6.11 a. Acoplamiento de la estructura de aluminio hacia el entramado vertical. b. Montaje de la estructura de aluminio hacia el entramado horizontal



Fig. 6.12 Colocación de planchas de fibrocemento sujetadas a la estructura de aluminio

6.2.5 REVESTIMIENTO DEL PISO

Las plataformas de piso o de entepiso de una vivienda unifamiliar requieren ser revestidas.

La finalidad de este revestimiento es entregar una superficie terminada para los diferentes recintos (baño, cocina, dormitorios) que ofrezca un tránsito seguro y proteger la base que conforma la plataforma, así como entregar una terminación decorativa adecuada con diferentes materiales.

En la planta baja tenemos plataforma de hormigón, el entepiso esta compuesto por: tablero OSB 15mm, loseta de hormigón liviano de espesor 35 mm con malla. Sobre esta superficie de hormigón se instalará el revestimiento adecuado para la vivienda.



Fig. 6.13 Área a revestir antes de la instalación de azulejos (a) y empastados (b)



Fig. 6.14 Ambientes terminados con los recubrimientos arquitectónicos seleccionados

6.3 REVESTIMIENTOS EXTERIORES

El tipo de terminación exterior, dado por el diseño arquitectónico, es lo más visible que presenta una vivienda. Debido a que el exterior es tan prominente, se vuelve indispensable elegir el revestimiento acorde con el proyecto y ser acucioso tanto en el control geométrico de la base sobre la cual irá, como en la instalación del mismo.

El revestimiento cumple además con la función de proteger la estructura de la vivienda, siendo la condición primordial, tanto para el diseño como para el material, impedir el ingreso de humedad a la estructura y al interior de la vivienda y permitir el fácil escurrimiento de agua.

La preparación de la base que es el plano generado por los pies derechos sobre la cual se dispondrá el revestimiento, tablero contrachapado o de hebras orientadas, debe ser controlado geoméricamente. Los planos a revestir deben corresponder a figuras geométricas que no acusen deformaciones a simple vista por desangulaciones, falta de paralelismo, verticalidad u horizontalidad, al igual que la geometría en vanos de puertas y ventanas.

6.3.1 REVESTIMIENTO DE MADERA TINGLADO

El tinglado es la forma de instalar las molduras, montando la pieza superior sobre la inferior entre 2 a 2,5 cm. en forma horizontal, cuya base pueden ser tableros contrachapados o de hebras orientadas como se observa en la figura

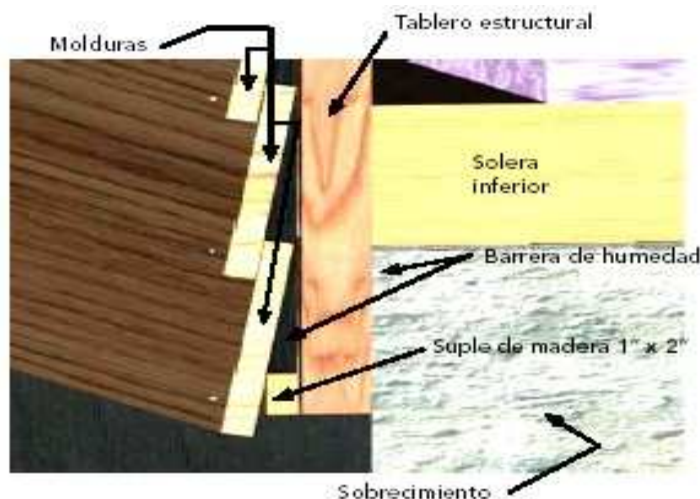


Fig. 6.15 Revestimiento tinglado

En el plano de detalles que el revestimiento quede 50 mm pasado el encuentro entre el sobrecimiento o friso y la solera de montaje o solera inferior, en dirección a la fundación. Además se debe colocar un corta gotera que llegue hasta el borde del revestimiento, sobresaliendo un par de centímetros hacia el exterior. Esto evitará que el agua escurra por la fundación hacia el interior de la vivienda.

Es importante considerar que la distancia entre el borde inferior del revestimiento y el nivel del terreno natural sea al menos 30 cm. para viviendas provistas de canaletas de aguas lluvias y 50 cm. para las que no tengan.

De esta forma, se evita que el agua humedezca la zona inferior de los revestimientos al rebotar en el suelo.

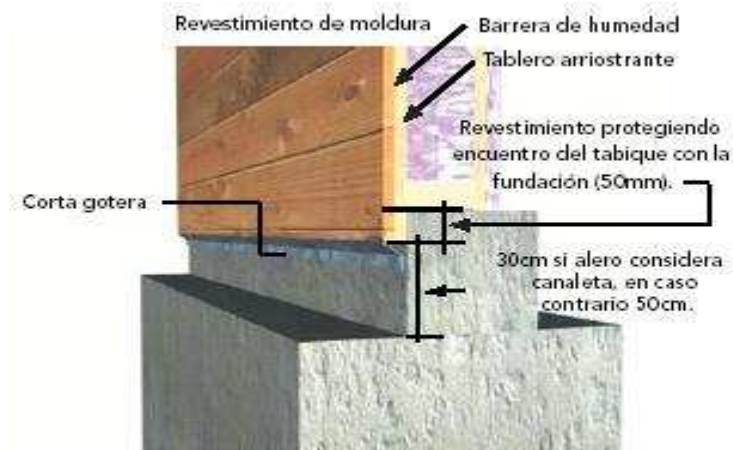


Fig. 6.16 Detalle del encuentro del revestimiento con la fundación continua. El revestimiento debe pasar a lo menos 50 mm bajo la solera inferior de anclaje del tabique perimetral soportante

Desplazando los tabiques perimetrales del segundo piso un par de centímetros hacia el exterior, respecto de la plataforma del segundo piso. La finalidad es que el revestimiento del segundo piso quede por sobre el revestimiento del primero, protegiendo el encuentro e impidiendo el ingreso de la humedad a la vivienda.

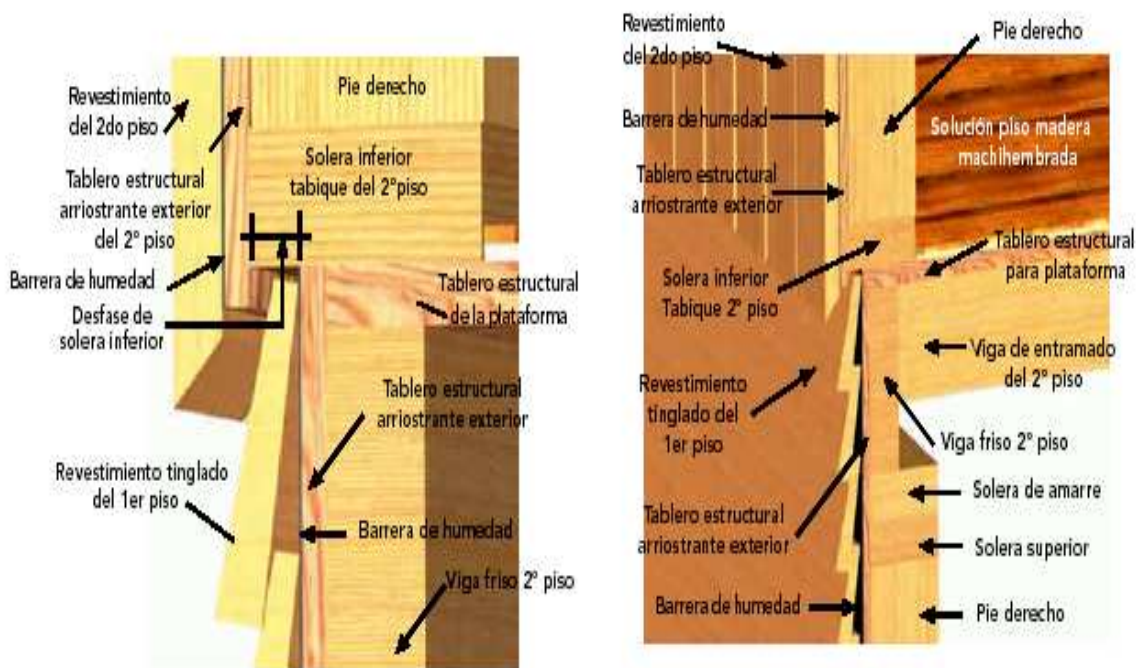


Fig. 6.17 Detalle de solución constructiva para el encuentro del revestimiento entre dos niveles, desfasando la solera inferior de los tabiques perimetrales del segundo piso. Corte y vista en perspectiva del muro exterior con el revestimiento instalado

El encuentro con el alero el recubrimiento debe terminar, ya sea bajo una pieza de atraque de terminación con espesor conocido o a tope con el alero, en cuyo caso es recomendable colocar una cornisa para cubrir el encuentro.

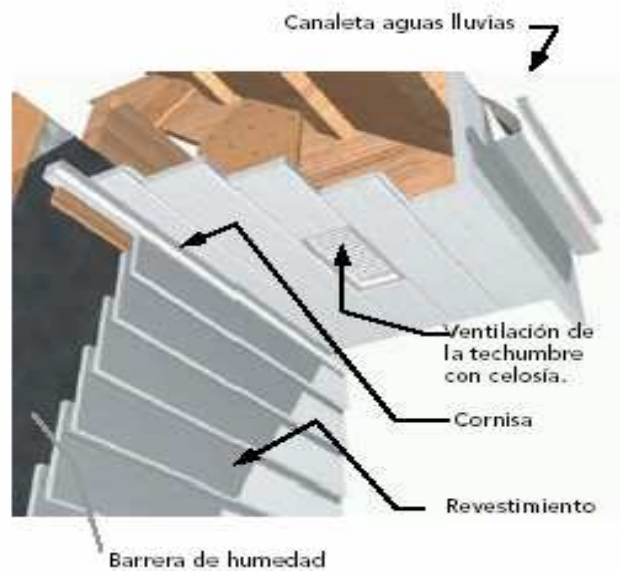


Fig. 6.18 Moldura tapando el encuentro entre el revestimiento y el alero



Fig. 6.19 Detalle de encuentro entre el revestimiento exterior y el alero

Para solucionar los encuentros de muros, si el recubrimiento está puesto en forma horizontal, se puede realizar un corte en 45° a cada elemento del encuentro.

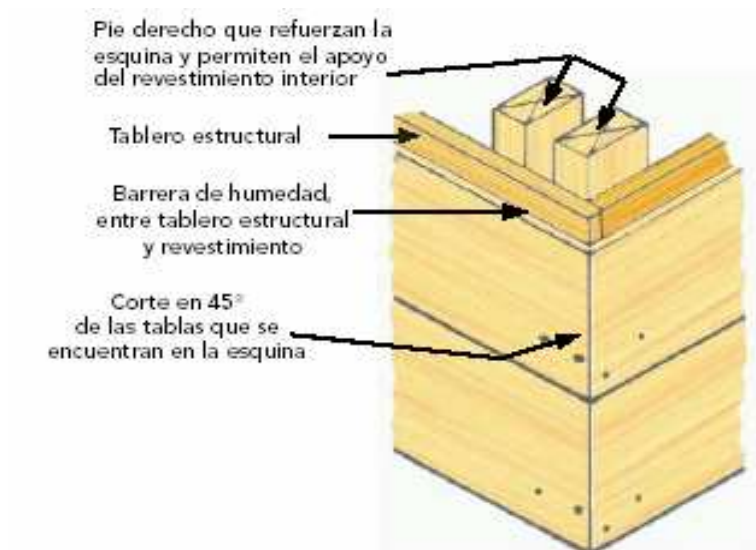


Fig. 6.20 El corte en 45° debe ser muy exacto, de tal forma que el encuentro entre las tablas, que quedará a la vista, se vea uniforme y continuo

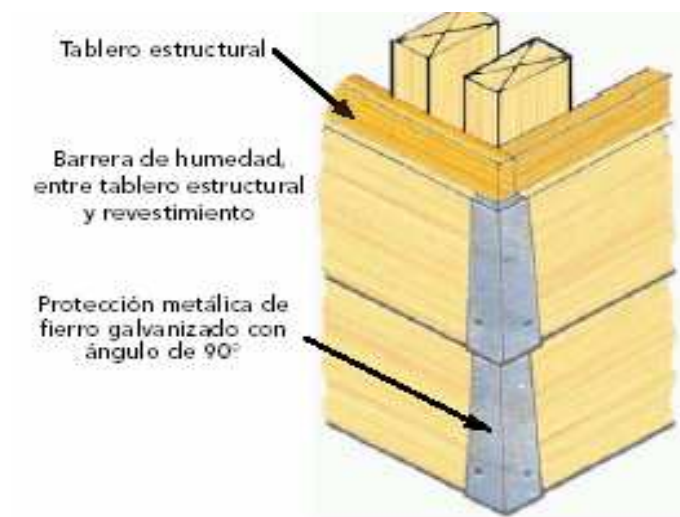


Fig. 6.21 La protección metálica ayudará a evitar el ingreso de la humedad y protegerá los bordes de las tablas

6.4 PROTECCIÓN DE LA MADERA

La realización de una estructura de madera supone por parte del arquitecto o profesional el uso de un material tan antiguo como la construcción misma: la madera.

Material elegido por los clientes por sus brillos, texturas, colores y por la sensación incomparable de calidez que la madera brinda al ambiente. Desde un tronco natural hasta una viga de madera, la estética que este material transmite está dada por su color y texturas, no importa de qué especie de madera se trate.



Fig. 6.22 Vivienda de madera

Cuando nos encontramos frente a la madera, tenemos dos elementos muy importantes a considerar para permitir que las propiedades de este material permanezcan inalterables con el paso del tiempo: que no sean atacadas por insectos, y que su aspecto permanezca inalterable aún en los sectores expuestos al sol, la lluvia o el viento.

La preservación se debe realizar con la aplicación de insecticidas por inmersión o por autoclave en el aserradero, métodos de gran acción y duración a lo largo del tiempo. Métodos que se destacan por tonalizar de un color verdoso la madera (en el caso de autoclave con CCA) y por ser más costosos así como efectivos.

Si la madera que tenemos en obra no posee este tipo de tratamientos, debemos realizarlo manualmente aplicando en las caras del elemento.

La protección es el proceso que nos permite proteger a la madera de los agentes atmosféricos y decorarla con brillos y colores de acuerdo a las exigencias de nuestro cliente. Hoy poseemos tecnología suficiente para que una madera común de pino luzca como un roble y viva, perdure y resista como las maderas más duras al paso del tiempo aún en exteriores.

6.4.1 PRODUCTOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA MADERA

Para proteger una madera hay distintos tipos de productos:

- *Barnices o lacas*: forman películas rígidas con o sin brillo, con o sin color. Con altos espesores de película cubren la madera y la decoran. En general, este tipo de productos muy conocidos en el centro de nuestro país son usados sólo en interiores en zonas de nieve debido a su bajo rendimiento en exteriores donde tienden a descascararse y cuartearse por la rigidez de sus películas. Los barnices exigen para su mantenimiento la remoción total de la película y recuperación de la madera para volver a pintar.
- *Protectores*: son productos que forman películas micro porosas que dejan respirar la madera; capaces de estirarse y contraerse acompañando los movimientos que naturalmente sufren las maderas sin descascararse. Con brillo o satinados, con o sin color, esta tecnología que brinda resultados excelentes al exterior.
- *Aceites*: son soluciones caseras, con bajo rendimiento y no aptas para un uso profesional.
- *Pinturas o esmaltes sintéticos*: tienen un comportamiento similar a los barnices por ser películas rígidas, que además no dejan ver la veta de la madera y tapan su belleza y texturas naturales.

CONCLUSIONES

Luego de realizar un análisis de las características de los tipos de madera citados en esta investigación y en función de su trabajabilidad el pino ofrece ventajas en cuanto al aserrado y en operaciones de maquinado frente a las otras especies como son el eucalipto y la teca.

El proceso industrializado que se emplea para preparar la madera desde su aserrado, secado, tratamiento CCA, corte y figurado son las más efectivas para el fin que se requiere, esto es la utilización de la madera en la construcción de viviendas con sistema industrializado.

Para que un proyecto de construcción de vivienda en madera cumpla con estándares de calidad se debe cumplir con las etapas de estudio del terreno, diseño arquitectónico, estructural, de instalaciones, además de contar con los documentos complementarios que aseguren la política de calidad en la entrega de la vivienda.

La correcta definición de los ejes sobre la plataforma de hormigón lo determina el plano de montaje, realizada esta actividad se procede al montaje de los entramados verticales verificando aspectos como verticalidad e inmovilidad de los mismos, para continuar con el ensamblaje del entramado de entrepiso con la ayuda de maquinaria (grúa) y finalizar con la estructura de techumbre.

El uso de la lana de vidrio como aislante térmico y acústico es indispensable para la habitabilidad en las viviendas de madera, asimismo como la lámina sintética es imprescindible para evitar el contacto de la madera con la humedad preservando sus características.

Los costos totales del proyecto corresponden a material en un 67.84%, mano de obra en un 24.82% y equipo con un 7.34%. El costo total del proyecto es de 30932.28 dólares por lo que se clasifica como una vivienda para la clase media.

RECOMENDACIONES

Con el propósito de que la industria constructiva nacional aproveche los recursos naturales de los cuales se dispone y no han sido adecuadamente utilizados se recomienda el estudio de tecnologías constructivas innovadoras como es el uso de la madera para la edificación de viviendas que den solución habitacional a los diferentes estratos sociales.

Fomentar el cultivo de plantaciones forestales que respondan a un proceso técnico con el fin de obtener madera adecuada, que cumpla con los requerimientos necesarios para su aprovechamiento en la industria de la construcción.

Se invierta en la implementación de una industria dedicada a la producción, industrialización y construcción de elementos prefabricados en madera, cuyo objetivo sea el satisfacer las necesidades habitacionales existentes en el medio que impulsara la creación de nuevas fuentes de empleo y capacitación de los obreros en esta área.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander Fritz Duran. *Manual La Construcción de Viviendas en Madera*. (2004). Santiago de Chile. Corporación Chilena de la Madera.
- Briones Bruna, Félix. *Proceso de aserrado de la madera*. (2006). Fourcade.
- Echenique Robles. *Estructuras de Madera*. (1991). México DF. Editorial Limusa.
- Espinosa, M, Mancinelli, C. *Evaluación, diseño y montaje de entramados prefabricados industrializados para la construcción de viviendas*. (2000). Concepción. INFOR.
- Hanono M. *Construcción en Madera*. (2001). Rio Negro. CIMA.
- Hempel, R. *Aislación acústica de tabiques, cuaderno n.9. Universidad del Bio-Bio*. Concepción. Editorial Anibal Pinto S.A.
- http://agrobyte.lugo.usc.es/agrobyte/publicaciones/pinoradiata/cap1_2.html
- <http://www.papelnet.cl/arb/pinoinsigne.htm>
- http://www.infor.cl/webinfor/publicaciones/Documentos_2005/disponibilidad_marzo05.pdf
- <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Pinoradiata.pdf>
- <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Eucalipto.pdf>
- <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Teca.pdf>
- <http://www.infor.cl/webinfor/investigacion/proyectos/6161.htm>
- http://www.inec.gov.ec/interna.asp?inc=enc_tabla&btabla=253
- Mac Donell, H. *Manual de Construcción Industrializada*. (1999). Buenos Aires. Revista Vivienda SRL
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ingeniería. Escuela de Civil. *Análisis de costos de prototipos de construcción*. López López Juan José, Ronquillo Narváez Byron Giovanni. Quito. 2005
- Técnicos de los países andinos. *Manual de diseño para maderas del grupo andino*. (1984). Lima. Junta del Acuerdo de Cartagena.