

# **CBS**

## **Colegio Bautista Shalom**



## **Sistemas Constructivos**

### **Cuarto BADC**

### **Curso 3**

## Contenidos

### LA MADERA COMO SISTEMA CONSTRUCTIVO

- ✓ LA MADERA.
  - CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MADERA.
  - CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DE LA MADERA.
  - IMPORTANCIA DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN.
  - LA MADERA UN BUEN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.
    - DURABILIDAD.
    - SEGURIDAD.
- ✓ LA ESTRUCTURA DE LA MADERA.
  - EL SISTEMA CONSTRUCTIVO.
  - EL TIPO DE MADERA QUE SE UTILIZA.
- ✓ VIGAS.
  - VIGAS DE MADERA MACIZA.
  - VIGAS EN I.
  - VIGAS DE MADERA LAMINADA ENCOLADA M.L.E.
- ✓ TABLEROS.
  - TABLERO CONTRACHAPADO "PLYWOOD".
  - TABLERO AGLOMERADO.
  - TABLERO DE FIBRA.
- ✓ UNIONES.
  - UNIONES CON CLAVOS.
  - UNIONES CON TORNILLOS.
  - UNIONES CON HERRAJES CLAVADOS.
- ✓ COMPONENTES DE LA VIVIENDA DE MADERA.
  - CIMENTACION.
  - FORJADOS.
  - CUBIERTAS.
  - MUROS.
  - TABIQUES.
  - AISLAMIENTO TÉRMICO.
  - AISLAMIENTO A LA HUMEDAD.
  - CALEFACCIÓN.
  - ELECTRICIDAD, FONTANERIA Y SANEAMIENTO.
- ✓ CONCLUSIONES.

## EGRAFÍA

**NOTA:** conforme tu catedrático/a vaya avanzando con el contenido del presente curso, te indicará la actividad o ejercicio a realizar (como lo considere).

## LA MADERA COMO SISTEMA CONSTRUCTIVO

### LA MADERA

La madera es uno de los materiales de construcción más antiguos que conoce el hombre. La madera es un material duro y resistente que se produce mediante la transformación del árbol. Es un recurso forestal disponible que se ha utilizado durante mucho tiempo como material de construcción. Aún hoy en día, en países como U.S.A., Canadá, Alemania, etc., se sigue construyendo profusamente en madera.

La tecnología, los nuevos materiales derivados de la madera, la experiencia y los procesos de protección de ella, han permitido construir grandes estructuras que han llevado a la madera a competir con otros materiales en usos que antes le estaban vedados.

Es así como en la actualidad se construyen en madera: Gimnasios, Iglesias, Hangares, Edificios, Galpones, etc., con luces que antiguamente le eran prohibitivas.

Conociendo los diferentes sistemas constructivos en madera, es posible lograr un arco con 100 m. de luz, marcos de 40 m. de luz y vigas rectas de 30 m. de luz, todo lo cual da un sinnúmero de posibilidades a la arquitectura. Si a lo anterior agregamos el confort, estética y aislación que aporta la madera, obtenemos la explicación del por qué este tipo de construcción es tan popular en países desarrollados. Siendo nuestro país productor de madera, es lógico pensar que un material de uso corriente en nuestras construcciones debe ser precisamente, la madera.

### CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MADERA

La madera es poroso, combustible, higroscópica y deformable por los cambios de humedad ambiental, sufre alteraciones químicas por efectos del sol, y es atacable por mohos, insectos y otros seres vivos. Es un material delicado, aunque hoy en día existen tratamientos muy eficaces para paliar las desventajas nombradas anteriormente.

### CARACTERÍSTICAS EXTERNAS DE LA MADERA

La característica externa de la madera constituye un factor muy importante puesto que influye en la selección de esta para su empleo en la construcción, ambientación de interiores o ebanistería, ellas son:

- ✓ **El Color:** es originado por la presencia de sustancias colorantes y otros compuestos secundarios. Tiene importancia en la diferenciación de las maderas y, además, sirve como indicador de su durabilidad. Son en general, maderas más durables y resistentes aquellas de color oscuro.
- ✓ **Olor:** es producido por sustancias volátiles como resinas y aceites esenciales, que en ciertas especies producen olores característicos.
- ✓ **Textura:** está relacionada con el tamaño de sus elementos anatómicos de la madera, teniendo influencia notable en el acabado de las piezas.
- ✓ **Veteado:** son figuras formadas en la superficie de la madera debido a la disposición, tamaño, forma, color y abundancia de los distintos elementos anatómicos. Tiene importancia en la diferenciación y uso de las maderas.
- ✓ **Orientación de fibra o grano:** es la dirección que siguen los elementos leñosos longitudinales. Tiene importancia en la trabajabilidad de la madera y en su comportamiento estructural.

### IMPORTANCIA DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN

Todos al escuchar hablar acerca del uso de la madera en la construcción, optarían por pensar que La madera, es un recurso tradicional y antiguo, pero la realidad es otra. En la actualidad y por casi toda una vida la madera ha servido de gran utilidad en la construcción de viviendas familiares en países ricos y desarrollados, los cuales podrían emplear otro tipo de material, como el acero, hormigón, etc.

Es el caso de la población norteamericana, en donde la construcción de viviendas unifamiliares, posee un intervalo de 80 a 90% de construcción en madera, (CANADA Y EEUU), con una tipología autóctona, ideada a base de madera como elemento constructivo primordial. En varios casos toman como ventaja, el hecho de realizar una vivienda sin elementos pesados, con una arquitectura ligera y sobre todo económica. En el caso de muchos países de Europa, al igual que en Norte de América, el uso de la madera más que tradicional, tienen una cultura con más de 400 años en este tipo de construcción, y a su vez poseen construcciones de más de 40 años, las cuales permanecen en perfecto estado, tenemos el caso de Dinamarca, Noruega, Suecia, etc. Esto sin contar el gran uso que posee en América Latina y otras partes del mundo. Las ventajas de La madera consisten en tener presente que la madera es

un recurso renovable y natural, que denota sencillez y a su vez genera un gran sentido de confort y tranquilidad. Pero esto no quiere decir que una estructura en madera sea mejor que cualquier otro material, simplemente queremos resaltar la importancia de la misma y la gran utilidad que aún tiene en la actualidad, aunque en muchos casos no resuelve instancias de diseño, pero si resuelve un confort para quien haga buen uso de ella.

## LA MADERA UN BUEN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

La madera ha sido desde siempre un buen material de construcción. **La naturaleza se ha encargado de ello.** Inmensas superficies de bosques cubren más del 28% de la superficie total terrestre del globo. Un tercio de estos bosques, aproximadamente 12 millones de Km<sup>2</sup>, está constituido por bosques productivos coníferos, que nos abastecen anualmente de 300 millones de m<sup>3</sup> de madera para estructuras. Es un hecho que este parque de bosques de coníferas, que están principalmente en el hemisferio norte, crece constantemente gracias a la replantación, que se efectúa con la supervisión de expertos. Todavía hoy, se pierde más bosque de coníferas cada año debido a los incendios y las enfermedades de la madera que el utilizado por la industria.

**Al contrario que otros materiales de construcción, la madera, después de cortada y aserrada, es un producto listo para la transformación.** Es ligera, fácil de transportar y necesita solamente una herramienta sencilla para trabajarla. Entre las distintas especies de madera que existen, **algunas son valoradas por su aspecto exterior** y son utilizadas como revestimientos o fabricación de muebles. **Otras especies se utilizan como elementos portantes** en estructuras, gracias a su alta resistencia y a la buena relación entre resistencia y peso propio. Otras especies se utilizan, gracias a su durabilidad natural, en lugares extremos como son puertos y obras hidráulicas.

Con la aparición del acero y el hormigón armado a comienzos de siglo, Europa ha ido perdiendo su confianza en la madera como elemento estructural. Muchos consideran a la madera como elemento constructivo de segundo orden, no teniendo más que características desfavorables: es inflamable, y puede ser atacado por agentes xilófagos. **La madera ha sido durante siglos el único material para la realización de grandes obras con luces largas.** Cubiertas de catedrales y de castillos, torres, puentes, barcos, etc. Ello demuestra que obras que antiguamente se realizaban más que en acero u hormigón.

**La madera tiene una relación resistencia-peso algo más favorable que el acero y mucho más favorable que el hormigón.** (Considerando una relación de 1 para la madera, el acero tiene de 1 a 1.5 y el hormigón armado de 2,5 a 3,5.) Esto explica el gran uso que de la madera se hace en la actualidad para estructuras de grandes luces. Se han llegado a cubrir luces de más de doscientos metros entre apoyos gracias al uso de la madera laminada encolada, y **en España se han cubierto ya, luces de más de sesenta metros.** El balance energético del uso de la madera con relación al uso del acero es del orden de 4 veces más favorable para la madera como se representa en el cuadro anterior.

Desde el momento en que el hombre sale de la caverna, utiliza la madera como elemento fundamental en la construcción de su refugio, para protegerse de las inclemencias del tiempo. En numerosos países en vías de desarrollo, todavía se usan troncos de madera para, apilándolos, formar la estructura de la casa, que se cubre con paja u otros materiales. En no pocos países occidentales, se construye con sistemas de superposición de troncos, rollizos o aserrados. **En España, la evolución de la construcción llevó a realizar las casas con estructura de fábrica en los muros exteriores y estructura de madera en el interior.**



## DURABILIDAD

Una variable importante de la madera es su durabilidad natural. **La durabilidad natural se refiere al grado de resistencia que posee una especie determinada de madera con respecto a ataques de hongos o insectos xilófagos.** Algunas especies de madera tienen una durabilidad natural que hace innecesario su tratamiento. Otras especies menos durables, necesitan el tratamiento adecuado para el factor de riesgo en el que va a trabajar y el uso que a esa madera se le vaya a dar. En gran parte de las especies, existe una diferenciación entre la albura y el duramen, no sólo visual, sino también en cuanto a la durabilidad. El duramen normalmente es más durable que la albura debido a que contiene menos elementos que sirvan de alimento a los agentes xilófagos. **Una precaución fundamental a tomar cuando se trata de madera para la construcción es la de que el contenido de humedad en la madera sea inferior al 19%,** límite por debajo del cual la mayor parte de los ataques de insectos xilófagos y hongos remiten. **Toda madera que tenga un grado de humedad inferior a ese límite podrá llevar el sello S-DRY estampillado en una de sus caras.**

DESTRUCTORES DE LA MADERA		
ABIÓTICOS	Agua, Sol	
	Hongos	Cromógenos, De pudrición
BIÓTICOS	Insectos	Ciclo Larvario, Sociales

Los insectos xilófagos se dividen en dos grupos: insectos de ciclo larvario e insectos sociales. Los primeros son fundamentalmente la carcoma pequeña (*Anobium Punctatum*) la carcoma grande (*Hylotrupes Bajulus*) y la polilla (*Lyctus Brunneus*). **Los insectos sociales más importantes son las termitas. Las termitas atacan a la madera si ésta tiene un porcentaje de humedad superior al 20%,** sin embargo, con capaces de llevar la humedad a través de unos conductos que fabrican hasta a madera para destruirla. Las termitas atacan a la madera por su interior, debido a que huyen de la luz, de tal forma que cuando se ha producido un ataque, no se detecta exteriormente hasta que es realmente importante.

Los insectos de ciclo larvario ponen los huevos en las grietas que tiene la madera, para posteriormente ir creciendo las larvas alimentándose de la madera y convertirse en insectos alados, salir por un orificio característico de estos insectos para aparearse y comenzar de nuevo. **Los ataques de insectos de ciclo larvario son fáciles de detectar gracias a los orificios de salida que se queden ver en la superficie de la madera.**

Se deben aplicar **dos medias fundamentales** para evitar desperfectos en la madera puesta en obra. **La primera es constructiva y consiste en que la madera esté seca y ventilada y no esté en contacto con focos de humedad,** ya que si la madera está seca los ataques de agentes xilófagos son menores. La segunda es tratar la madera según la especie o el uso que de ella se vaya a hacer (factor de riesgo). En el caso de madera colocada al exterior, además de un posible tratamiento en todo su volumen, se le **aplicará un tratamiento superficial con productos en base a agua que no creen capa, llamados Lasures.**

Este tratamiento se aplicará en todo el volumen de la madera o de forma superficial, en función de la situación de ésta en obra o de la especie de madera de que se trate.

## SEGURIDAD

El comportamiento de la madera es distinto respecto a la reacción al fuego que respecto a la resistencia al fuego. Mientras que la madera tiene una mala reacción al fuego debido a que la madera arde, **tiene en cambio una buena resistencia al fuego.**

Si a la madera se le aplica una llama, arde. Esta característica de la madera es importante en los casos en que la madera se utilice como revestimiento y según el tipo de riesgo del local en que se coloque. La reacción de la madera es mejorable con un tratamiento adecuado.

La resistencia al fuego de la madera viene dada porque **la madera es un mal conductor del calor.** Al calentarse la sección de madera, ésta sólo lo hace en su cara exterior, ya que no transmite calor al interior. Si la temperatura se sigue elevando, se carbonizará esta parte exterior, creando una capa de carbón que impide el paso de oxígeno y por lo tanto que la combustión continúe. Para que la madera se siga quemando hay que seguir aplicando llama. La llama avanzará en la madera carbonizando la capa inmediatamente interior de la tal forma que su velocidad de penetración en la madera es constante a partir de los dos primeros minutos. De aquí se deduce que es **fácil calcular la sección necesaria de madera para que la estructura siga manteniendo su estabilidad** y por lo

tanto el tiempo que esa estructura va a mantener esa estabilidad. Para dar a una estructura de madera un EF (estabilidad al fuego) determinada, solamente tendremos que sobredimensionarla lo suficiente para que tenga la sección necesaria durante el tiempo preciso.

## LA ESTRUCTURA DE LA MADERA

### EL SISTEMA CONSTRUCTIVO

En Norteamérica, la construcción de entramados de madera, con **una tradición de varios siglos**, ha alcanzado un alto grado de perfección, tanto en la construcción con entramado de madera (frame construction), como en la construcción de sistemas de pilares y vigas (post and beam construction). En el caso de las estructuras de entramado de madera, **la estructura vertical consiste** en una serie de montantes o pies derechos de madera de 2x4 ó 2x6 pulgadas de sección, separados 30, 40 ó 60 cm entre ejes.

**La estructura horizontal se compone** de viguetas para los forjados y de cerchas para la cubierta. Los muros resistentes tienen en su parte inferior una pieza de madera de la misma sección que los montantes que hace de durmiente y de dos piezas iguales en su parte superior que sirven para repartir las cargas del forjado. Para el arriostamiento de la estructura, se utiliza o bien un tablero clavado en su cara exterior contra el entramado o un sistema de arriostamiento en Cruz de San Andrés.

**La construcción de pilares y vigas se parece más a la construcción tradicional con estructuras de madera**, disponiéndose pilares sobre los que apoyan vigas y sobre éstas el forjado, estando los pilares más separados que en el sistema anterior. La construcción con el sistema de entramado de madera se utiliza más ampliamente que el de pilares y vigas.

Existen fundamentalmente **dos sistemas** de estructuras con entramado de madera: el sistema **"plataforma"** que es el más extendido y el sistema **"balloon"** que cae en desuso. En el **sistema de plataforma**, el forjado separa los muros verticalmente debido a que llega a la cara exterior del cerramiento. El montaje se realiza comenzando por los muros estructurales de la planta baja, sobre ella se coloca el forjado y sobre el forjado se sitúan los muros resistentes de la planta primera, y así sucesivamente. **Este sistema se utiliza para escuelas, viviendas unifamiliares y bloques de viviendas de hasta cuatro plantas de altura.**

El sistema **"balloon"**, se utiliza solamente para las **viviendas de dos plantas**. Los montantes del muro son de una sola pieza y van desde la cimentación hasta la cubierta. Las viguetas se apoyan sobre una carrera sujeta a los montantes verticales.

La construcción del sistema **"plataforma"** comporta una **ventaja sobre** la del sistema **"balloon"** que consiste en que los montantes de madera al ser más cortos son **más económicos, aumentan la rapidez de ejecución** y se presta a la industrialización y prefabricación.

En la actualidad **en España numerosos** oficios auxiliares de la construcción **no están familiarizados con la construcción de viviendas con estructura de madera**, más aún, desconfían del sistema. Los electricistas se extrañan de no realizar rozas en los muros, los alicatadores se niegan a colocar azulejos sobre un tablero. **Es necesario dar instrucciones precisas a los diversos gremios en cuanto a la colocación de los elementos, y explicarles lo que es admisible y lo que no lo es.**



No teniendo en cuenta estas precauciones, se corre el riesgo de ver algunos elementos portantes aserrados o algunas reglas elementales de ventilación no tenidas en cuenta. En España en la actualidad todavía nos encontramos en la fase en la cual los distintos gremios de la construcción convencional en ladrillo y hormigón desconocen por completo el sistema de construcción en madera y hace falta dar esas instrucciones elementales.

## EL TIPO DE MADERA QUE SE UTILIZA

La madera que se utiliza normalmente en la estructura de madera es **de conífera**. Las especies de coníferas en Europa son varias: Pino Norte, Epicea, Pino Silvestre, Pino Radiata, etc, fundamentalmente las dos primeras.

**En construcción de entramados la calidad más utilizada es la S.P.F. que es un grupo de especies de Spruce, Pine, Fir (Epicea, Pino, y Abeto).**

Las dimensiones o escuadrías de la madera canadiense difieren de las europeas, y son las de la madera antes de ser cepillada. Las aristas se redondean para facilitar su manejo y manipulación en obra.

Para la construcción se utiliza básicamente un grueso de escuadría de madera de 2 pulgadas (39mm) y cuatro anchos 3, 4, 6, y 10 pulgadas (64, 89, 140, 235mm) lo que permite una simplificación del número de secciones y de la propia obra.

Se adjunta una tabla con las secciones más usuales.

ESCUADRIAS DE LAS MADERA CLS	
Secciones nominales (pulgadas)	Dimensiones (mm)
1 x 3	19 x 64
1 x 4	19 x 89
2 x 3	38 x 64
2 x 4	38 x 89
2 x 6	38 x 140
2 x 8	38 x 184
2 x 10	38 x 235
2 x 12	38 x 285

## VIGAS

Los elementos que componen **las vigas** en una casa con estructura de madera, **no son solamente de madera maciza**, sino que actualmente con los procesos industriales existen unos productos en el mercado que mejoran las prestaciones de las vigas tradicionales de madera maciza.

### VIGAS DE MADERA MACIZA

**Las vigas de forjado de madera maciza son las que tradicionalmente se han utilizado** en la construcción de estructuras de madera, no sólo en Canadá y los Estados Unidos, sino que en toda Europa, incluida España. También éste ha sido un material fundamental en la construcción hasta bien entrado este siglo.

**La madera maciza posee las ventajas e inconvenientes de la madera en cuanto a su uso y funcionamiento.** La madera tiene una buena resistencia en relación al peso y su buen comportamiento a tracción y compresión en dirección paralela a las fibras la hace **ideal para elementos a flexión**.

En piezas de tamaño estructural, a madera se comporta mejor a compresión que a tracción y esto es debido a los posibles defectos de la madera. De aquí deducimos la importancia de los defectos de la madera en lo que a su comportamiento se refiere y la **importancia** que tiene la **clasificación** de la madera para **uso estructural**.



## VIGAS EN I

Las vigas en I, se componen de tres piezas de madera.

Dos alas y un alma que las une, dando a la viga en sección una forma de **doble T**, característica que busca una mejora de la resistencia de la madera eliminando defectos y optimizando la sección, un mayor momento de inercia y módulo resistente con menor cantidad de madera. Las dos alas pueden ser según el fabricante, secciones rectangulares de madera maciza, o secciones rectangulares de madera compuesta de chapas paralelas. **El alma suele ser de contrachapado o de O.S.B y su función es la de transmitir el esfuerzo cortante.**

Las vigas en I **se utilizan normalmente como viguetas de forjado** y para los casos en que la estructura **no vaya al quedar vista** debido a su escaso valor estético. **Permiten el paso de tuberías y conductos** a través del alma, dependiendo su diámetro de la magnitud del esfuerzo cortante que ha de soportar.



## VIGAS DE MADERA LAMINADA ENCOLADA M.L.E.

La madera laminada encolada, M.L.E. es un producto ya suficientemente conocido y con una trayectoria de varias décadas. Las primeras estructuras de M.L.E. son de principios de siglo. Este producto parte de dos ideas fundamentales que surgen **para mejorar las limitaciones** a que nos somete la madera maciza por su origen. Estas **dos limitaciones** son el tamaño de las piezas de madera con que se puede trabajar, y los defectos que esta madera tiene y que repercuten en su resistencia mecánica.

La M.L.E. se fabrica en base a láminas de madera de 3,3 cm de espesor máximo, de longitudes diversas, que se encolan de forma superpuesta y longitudinalmente par dar lugar a elementos estructurales de escuadrías y formas imposibles de conseguir con madera maciza.

**Las limitaciones dimensionales** de este tipo de piezas son fundamentalmente debidas a **problemas de transporte.**

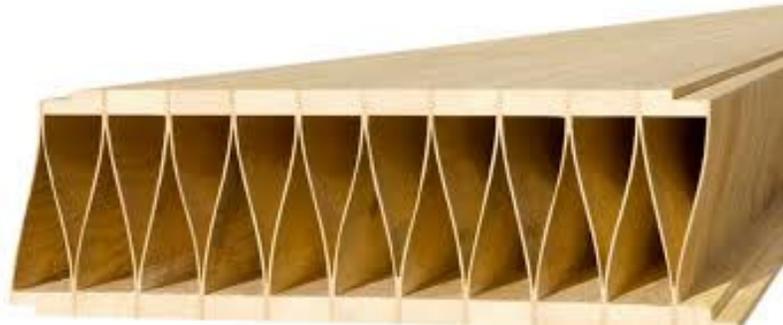


El hecho de que la pieza final se componga de láminas hace que el defecto máximo sea el equivalente al espesor de una lámina. El producto se compone de láminas de madera saneadas: **es por lo tanto más homogéneo que la madera maciza y puede trabajar a tensiones más elevadas.**

**Una ventaja adicional de la M.L.E. es la posibilidad de realizar elementos con directriz curva.**

El encolado es fundamental en este producto. La cola debe ser en base a Resorcina si la estructura va a tener algún tipo de condicionamiento de humedad en su trabajo. El encolado requiere unas condiciones de humedad y temperatura adecuadas.

**La madera laminada encolada posee una calidad estética indiscutible.** Se utiliza para estructuras que necesitan salvar **grandes luces y suele quedar vista.** Se utiliza también en forma de vigas rectas para los forjados de las viviendas con estructura de madera en combinación con viguetas de otro tipo.



## TABLEROS

El tablero es un **elemento fundamental** en la construcción actual de viviendas con estructura de madera. **Se utiliza tanto en forjados, como en cubierta y muros.** A partir de la Segunda Guerra Mundial se comenzaron a utilizar tableros contrachapados para sustituir a los entarimados que se realizaban en forjados, **gracias a sus buenas cualidades mecánicas, a su rapidez de ejecución y a su inferior precio respecto a la madera maciza.** Los tableros para la construcción, cualquiera que sea su tipo, tienen todas las mismas dimensiones. Estas dimensiones están estandarizadas y son 122 x 244 cm (4 x 8 pies). Los espesores van desde los 6 a los 32 mm.}

El tablero contrachapado es el que primero se comenzó a colocar, sin embargo en la actualidad existe una amplia gama de tableros para usar en la construcción. El sistema constructivo está totalmente optimizado en cuanto a dimensiones. Tanto la madera como los tableros se basan en medidas adaptadas para la construcción. **Ello hace que la pérdida de materiales en obra sea mínima y los tiempos de ejecución que tanta influencia tienen en el precio final, se reduzcan.** Además permite que los elementos que componen la vivienda se industrialicen y se realicen en taller.

### TABLERO CONTRACHAPADO "PLYWOOD"

El tablero contrachapado es el más conocido en España, junto con el aglomerado. Consiste en el encolado de chapas de madera de 1mm de espesor aproximado, de tal forma que una chapa se coloca sobre la anterior girada noventa grados. Al colocarlas de esta forma se consigue que el tablero tenga buenas propiedades a flexión en las dos direcciones del plano y buena estabilidad dimensional en su plano. **Posee buenas prestaciones a flexión, a tracción y a compresión; de aquí que sea un tablero ampliamente utilizado en la construcción de casas con estructura de madera.** Se utiliza tanto para forjados como para fachadas y cubiertas. Cumple además la función de arriostamiento, tanto en muros como en forjados.



## TABLERO AGLOMERADO

El tablero aglomerado se compone de virutas de madera encoladas y prensada. Este tablero tiene buenas propiedades para la construcción, sin embargo, las solicitaciones que es **capaz de soportar son inferiores a las del contrachapado**. Su uso es limitado en la actualidad. Existen tableros para interior y para intemperie.

*Tablero O.S.B. (Oriented Strand Board)*

Es un tablero relativamente reciente en España, con buenas cualidades en cuanto a estabilidad, flexión, tracción y compresión.

**Se parte de virutas de madera de tamaño superior a las del aglomerado, que se orientan convenientemente antes de encolar.** Sus usos y propiedades son similares a los del tablero contrachapado. Su uso está en aumento en la actualidad.



## TABLERO DE FIBRA

Son muchos los tipos de tableros de fibra que han salido al mercado últimamente. **Se basan en procesos sobre la madera para sacar la fibra para posteriormente realizar un tablero mediante un proceso de presión.** Pueden ser autoaglomerados o con aglomerante. Los autoaglomerados están formados por fibras de madera u otro material leñoso cuya cohesión resulta del afieltrado de las fibras y de sus propiedades adhesivas. Los tableros de fibras con aglomerante están formados por fibras aglomeradas con resinas sintéticas u otro adhesivo y prensadas en caliente.

**Estos tableros poseen buenas cualidades como absorbentes acústicos.** Debido a su estructura porosa, son tableros con elevada absorción de agua, lo que no los hace recomendables para su uso en exteriores ni en lugares con una elevada higrometría. Tampoco deberán usarse como elementos portantes, dejando esta función a otros tipos de tablero.

Sus buenas **cualidades como aislamiento** y la mejora en sus propiedades que hacen algunos tratamientos, hacen que se utilicen cada vez más en la construcción.



## UNIONES

Las uniones que se realizan en este tipo de construcciones se **caracterizan por su sencillez de concepción y rapidez de ejecución**; además hacen que la herramienta a utilizar en obra sea mínima.

**Uniones con conectores o placas de clavos.**

Los **conectores son elementos metálicos** que llevan incorporados los clavos, que son los que garantizan la unión entre la madera y el conector. Se unen a la madera por presión y la ejecución de los elementos de obra, normalmente viguetas y cerchas, que llevan conectores se realizan en taller.

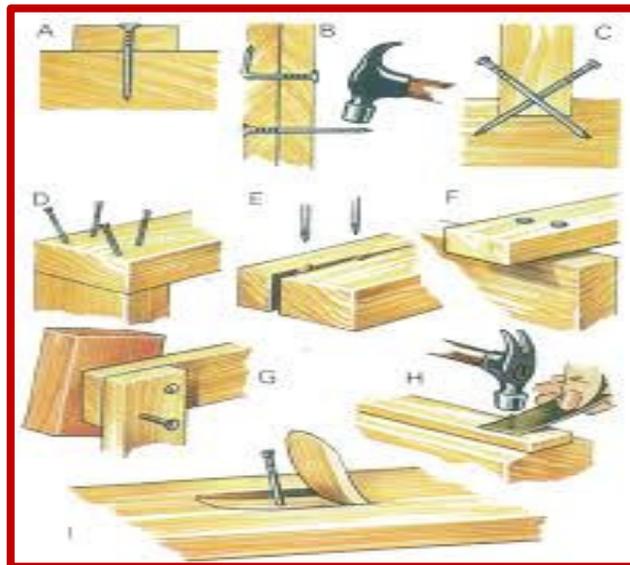
## UNIONES CON CLAVOS

El clavo es el elemento fundamental en la unión de las diversas partes de la construcción. **Para evitar que la madera se agriete, se utilizan clavos de la longitud necesaria con el mayor diámetro posible.** Para evitar que el clavo salga a tracción y con ello que deje de cumplir su función, se utilizan clavos helicoidales, anulares, etc. Estos clavos mejoran la resistencia a ser extraídos. Existen diversas publicaciones en Norteamérica que dan una idea clara y precisa de la estructura de madera y de los apoyos, precisando el modo de fijación así como la realización de las uniones clavadas. **El nivel de clavado que requiere una construcción va relacionado con las solicitaciones que la edificación va a tener.** En Norteamérica hay zonas en las que los edificios se someten a grandes esfuerzos de viento y sobrecargas de nieve.

Los clavos demasiado largos, totalmente clavados en la madera húmeda, corren el riesgo de sacar la punta cuando la construcción se seca. El clavo es incapaz de seguir la retracción tangencial de la madera. Este fenómeno es frecuente en zonas de paso intenso. Se puede evitar utilizando clavos roscados y de una longitud adecuada.

Además de clavos se utilizan grapas. Las grapas realizan la misma función que los clavos, pero su uso está más dirigido a la unión de los tableros con la estructura. **Tienen la ventaja con respecto a los clavos de que no producen fisuras en la madera, gracias a su pequeño diámetro.**

Tanto para clavar como para grapar, existe maquinaria neumática que permite el clavado rápido con sólo apretar un gatillo; aumentan la rapidez de ejecución.



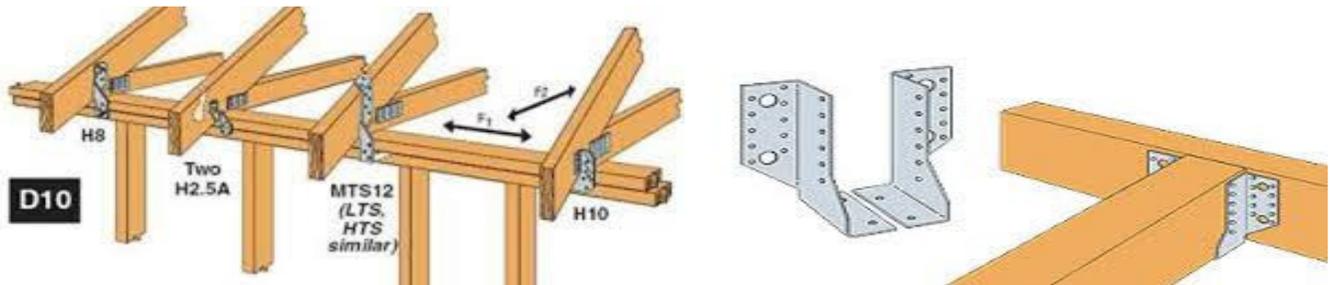
## UNIONES CON TORNILLOS

El tornillo es un elemento que **casi no se utiliza** en la estructura de madera, sino que se utiliza sobre todo una vez realizada la estructura, para colocar los tableros exteriores de acabado y los interiores de muros y tabiques.

## UNIONES CON HERRAJES CLAVADOS

Los herrajes son elementos metálicos que **se utilizan para la unión de vigas con viguetas o cerchas**. Son piezas metálicas formadas por chapas de acero galvanizadas troqueladas. Las chapas vienen perforadas y permiten un clavado rápido. Asimismo, las cargas admisibles pueden ser ampliamente superiores a las que soporta un ensamble tradicional.

Estas placas permiten no tener que cortar la madera para realizar la unión. En este sistema de construcción donde todo es estandarizado y los tiempos de ejecución son primordiales, el ensamble tradicional ha dejado su sitio a clavos y herrajes.

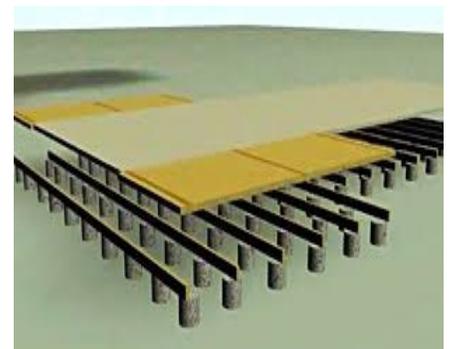
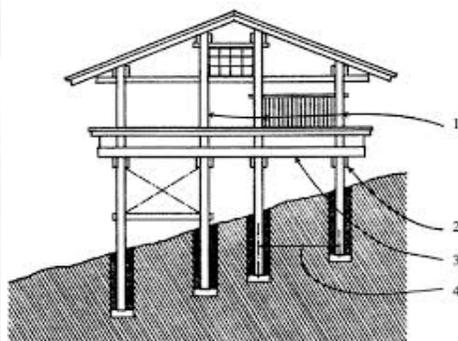


## COMPONENTES DE LA VIVIENDA DE MADERA

### CIMENTACION

La cimentación en este tipo de construcciones **no difiere mucho de la construcción convencional de hormigón y ladrillo**. Una de las diferencias reside en el menor peso de la construcción en madera que repercute en una menor dimensión de cimiento. El peso de una casa con estructura de madera es muy inferior al peso de una casa realizada con fábrica. La repercusión de esta diferencia en la cimentación es muy importante y las zapatas podrán ser menores.

Sobre el muro de hormigón o de fábrica y a un nivel de más de 15 cm por encima del terreno circundante, se coloca un durmiente de 2 x 4 pulgadas (38 x 140 mm). Este durmiente será de madera tratada contra la humedad y los insectos, se separa del muro por medio de una lámina asfáltica que hace las veces de impermeabilizante y evita el paso de humedad del hormigón a la madera. La forma de anclar el durmiente a la base de hormigón es por medio de varillas roscaadas que se dejan a espera embutidas en el hormigón y que atornillan una vez colocado el durmiente. Se colocará una de estas varillas cada metro lineal de muro y en los extremos y esquinas del mismo.



Las humedades deben evitarse en la estructura de madera. **La humedad en la madera es el principal factor que provoca su deterioro y puede provenir fundamentalmente de la cimentación, la cubierta, las fachadas y las instalaciones**. En la cimentación existen formas de evitar el paso de la humedad hacia la casa. Una de ellas es la creación de un forjado elevado que deja una cámara de aire que impide la infiltración de agua.

Si se prevé un sótano espacioso, habrá que tener en cuenta la ligereza de la construcción en su conjunto. Se puede realizar un cálculo para determinar si debido a la presión hidráulica de las aguas subterráneas, la casa puede llegar a "flotar". Se colocará un drenaje en el perímetro del muro de sótano para rebajar el nivel de las aguas y por lo tanto para disminuir el efecto de la presión del agua.

Cuando se busca una **solución más económica**, se suele evitar el hacer una cámara. Se vierte el hormigón para realizar la losa sobre una barrera de vapor que descansa encima de una capa de arena y grava. Dependiendo de las condiciones climáticas se colocará un aislamiento térmico en el suelo.

En Canadá en la actualidad se realizan sótanos con estructura y recubrimientos de madera. Sin embargo esto requiere la utilización de materiales (madera y tableros) tratados para poder soportar el trabajo en condiciones tan extremas.

## FORJADOS

Los forjados se componen de viguetas, que descansan sobre los muros de carga y de un tablero que hace las funciones de base. El peso propio del forjado es muy reducido y lo que realmente lo dimensiona son las sobrecargas y la rigidez que se pretenda. En el cálculo, es normalmente la flecha la condición que más restringe a los elementos de madera en flexión.

La separación entre viguetas es normalmente de 40,6 cm (16") y en casos de grandes luces, se llegan a juntar hasta los 30,5 cm (12"). Las viguetas descansan en todo el ancho del durmiente y se arriostran mediante secciones de madera transversales. En el caso de viguetas con conectores podremos pasar conductos de saneamiento e incluso aire acondicionado por los huecos interiores del forjado. Cuando utilizemos viguetas de madera maciza, los huecos que se realicen en las mismas para el paso de conductos nunca serán de diámetro superior a 5 cm y se efectuarán en la fibra central de la vigueta, que es la que menos trabaja. Nunca se realizará en la parte inferior, que es la zona de tracción, porque disminuimos la resistencia de la vigueta extraordinariamente. El uso de las viguetas macizas se va reduciendo desde que han ido apareciendo en el mercado las nuevas soluciones de viguetas y vigas de forjado.



## CUBIERTAS

La **tendencia** actual en la construcción de viviendas con estructura de madera es la de utilizar cada vez más **elementos industrializados** en la obra. Los elevados costos de la mano de obra hacen que los elementos portantes de la cubierta sean realizados en taller a partir de un proyecto y montados en obra. El elemento más popular en cubiertas es la cercha compuesta de barras de madera unidas con conectores metálicos.

En la construcción con estructura de madera, la cercha se apoya en la mayoría de los casos sobre los muros exteriores, lo que permite la puesta en obra o la recolocación de cada uno de los muros interiores por separado debido a que estos muros, mejor llamados tabiques, no tienen que transmitir cargas a las plantas inferiores. Este sistema permite una colocación de la cubierta rápida para poder trabajar en el interior en tabiquería, aislamiento, entre otros...

En los espacios bajo cubierta que no vayan a ser habitados, se utilizan fundamentalmente la cercha "Fink" y la cercha "Howe". Las pendientes de cubierta varían conforme al proyecto a ejecutar y suelen comprenderse entre los 12° y los 35° con luces de 9 a 14m. Normalmente el espacio bajo la cubierta no se utiliza como almacenamiento.

La unión entre piezas se realiza por medio de tableros contrachapados clavados a las piezas de madera por medio

de clavos o grapas que aseguran una unión suficientemente sólida. Hoy en día se utilizan más las cerchas realizadas con conectores metálicos por su rapidez de ejecución y la facilidad de industrialización. La separación entre cerchas es de 61 cm normalmente (24 pulgadas o 2 pies). Las cerchas se recubren con un tablero contrachapado de 10 ó 13 mm en su cara exterior. Los tableros se colocan con su dimensión mayor perpendicularmente a la dirección de las cerchas. Este contrachapado hace las veces de arriostramiento de tal forma que podamos evitar en determinados casos la colocación de cualquier otro tipo de piezas para arriostramiento.



Se pueden realizar bajo cubiertas habitables utilizando cerchas con una geometría que permita la utilización del espacio bajo cubierta. Otra forma de realizar cubiertas habitables es la de colocar un forjado horizontal para ser pisado y otro forjado inclinado como estructuras de cubierta. Es posible la realización de cubiertas, autoportantes por medio de paneles contrachapados unidos a través de nervios de madera. Estos paneles forman una especie de cajón que se rellena de aislamiento.

**Un aspecto a tener en cuenta en las cubiertas de las construcciones con estructura de madera es el de la ventilación.** La ventilación debe asegurar la evacuación del excedente de humedad susceptible de acumularse bajo la cubierta. De la misma forma que una **barrera de vapor colocada en el techo**, evita que el vapor que llena la habitación no llegue a la cubierta. No conviene olvidar que una cantidad considerable de aire húmedo puede acumularse en la cubierta a lo largo del día. Por la noche, el revestimiento de la cubierta puede enfriarse rápidamente y el aire húmedo se condensa bajo la cubierta que a la larga puede resultar dañada. Con el fin de que los elementos de cubierta se mantengan tan secos como sea posible, se aconseja proveer a la cubierta de huecos de aireación con una abertura total de 1/300 (aireación solamente en la cubierta) o de 1/500 (aireación en cubierta y alero) de la superficie horizontal de la cubierta. Los huecos de aireación se protegen por medio de rejilla mosquitera. Es evidente que no se harán desembocar los conductos de ventilación de los baños y cocina bajo la cubierta.

**Encima del tablero contrachapado en una cubierta inclinada, se coloca un impermeabilizante y sobre él dos series de rastreles, la primera en la dirección de la máxima pendiente y la segunda en dirección horizontal y sobre la primera.**

El objeto de la primera serie es la de dejar un espacio ventilado, y la de la segunda es la de servir de soporte para clavar a ellos las tejas que se colocan encima. **El sistema constructivo permite la realización de soluciones más sencillas** y con otros materiales de recubrimiento. Como materiales de recubrimiento se utilizan la teja cerámica y de hormigón, pizarra, teja de madera, teja asfáltica, chapa, entre otros...

Una cubierta plana se construye de la misma forma que un forjado ligero. Se colocan viguetas a 61cm de separación entre ejes, sobre las que se atornillan tableros de madera contrachapada de 12mm. Si se forma una barrera de hielo o si se atasca una de las bajantes, el agua se inmoviliza en la cubierta. Si la construcción de la cubierta es muy ligera, podríamos llegar a tener problemas de flecha.

Las bocas de ventilación deben ser más grandes en una cubierta plana que en una inclinada; serán del orden de 1/250 de la superficie de la cubierta. **La más frecuente es la utilización de paneles sándwich.** Se constituyen de un alma de espuma de poliuretano sobre la que se encolan dos tableros contrachapados. Estos paneles sándwich son extremadamente sólidos y pueden fácilmente alcanzar los 4m de luz.

En la actualidad existen diversos tipos de tableros compuestos por elementos resistentes y aislamiento que se

pueden encontrar en el mercado.



## MUROS

**El muro exterior** de una construcción con estructura de madera, es un **elemento fundamental** en el conjunto de la obra, ya que normalmente es un muro de carga que transmite a la cimentación todas las cargas de los forjados y al cubierta, de tal forma que las divisiones interiores son tabiquería no resistente en la mayor parte de los casos.

Los muros exteriores se componen de montantes de madera verticales de 2×4 ó 2×6 pulgadas, separados 30, 40 ó 60cm y clavados a un durmiente inferior y dos superiores. Para conseguir la rigidez en el plano del muro, se debe arriostrar. Este arriostramiento se consigue clavando un tablero contrachapado, de virutas orientadas o de fibra a los montantes. Un panel compuesto de esta forma es extremadamente rígido pudiendo llegar a soportar hasta 10 Tm por metro lineal de muro.



Estos muros pueden realizados en obra o en taller. La realización de los muros exteriores en taller supone la ventaja de la rapidez de colocación. Esto exige un exactitud en la cimentación y en los planos de ejecución de los muros. En Canadá los muros se ejecutan en obra sobre una superficie horizontal que sirve de base, compuesta de viguetas de madera a la que se atornillan tableros contrachapados. **Una vez ejecutado el muro en el suelo, se gira sobre el durmiente base, para colocarlo vertical y afianzarlo con un puntal que asegura su verticalidad y la correcta unión con el resto de los muros.** Los dinteles de puertas y ventanas se consiguen colocando tablas de madera de 2 pulgadas de espesor en sentido vertical, de un lado al otro del hueco. En vez de utilizar vigas de madera maciza o de madera laminada encolada, se suelen utilizar vigas-cajón para salvar tanto pequeñas como grandes luces. Estas vigas-cajón se componen de dos alas formadas cada una de ellas por dos secciones de madera 2×4 ó 2×6 pulgadas clavadas, unidas por montantes de madera y recubiertas por un tablero contrachapado clavado a cada uno de los lados.

Se colocan montantes o pies derechos suplementarios en los ángulos exteriores y los puntos de encuentro de los tabiques interiores con el fin de consolidar el conjunto. Estos montantes tienen además la función de servir de superficie de apoyo y clavado del revestimiento interior.

En la **cara exterior** del tablero de arriostramiento, se coloca una lámina de **papel cortavientos**, con el objeto de

no permitir el paso del viento y el agua, permitiendo el paso del vapor de agua y así evitar las condensaciones en el interior del muro. Este papel de construcción suele estar compuesto de mallas de fibra. Un detalle de mala ejecución es el de colocar en esta cara exterior del muro, un material estanco al vapor de agua como es el polietileno.

**El revestimiento exterior** admite múltiples soluciones. En Canadá es habitual el colocar tablas de madera vistas al exterior, así como un mortero sobre nervometal acabado con pintura, o ladrilla. También se utiliza tablero de hormigón de 12 ó 15 mm de espesor atornillado a rastreles, que sirve de base a un estuco, pintura, monocapa o aplacada cerámica o de piedra. Las tablas se pueden colocar tanto vertical como horizontalmente; en consecuencia, se colocará una serie de rastreles en dirección perpendicular. Para exteriores una buena madera bastante utilizada es la de Cedro "Western Red Cedar". Esta es una de las especies más duraderas y es muy resistente a las alteraciones químicas y biológicas (hongos e insectos) bajo cualquier condición climática. Si no se le añade un protector, el Western Red Cedar va adquiriendo poco a poco un color grisáceo. El acabado ideal tanto para ésta como para el resto de las especies de madera que se colocan a la intemperie es un producto pigmentado que no forme capa. La experiencia ha enseñado que los barnices que forman capa, colocados a la intemperie, no dan resultados satisfactorios y deben ser desaconsejados. Para evitar la mancha de óxido, los revestimientos de tablas exteriores deben ser clavados por medio de clavos de acero inoxidable.



Si se utiliza un muro de fábrica se debe unir a la estructura de madera por medio de unas pletinas flexibles de chapa galvanizada; estas pletinas se dispondrán a 80 cm de intervalo en sentido horizontal y de 40 ó 60 cm en sentido vertical según la estructura utilizada y se clavarán a la estructura. Una cámara de aire de 2,5 cm de espesor entre la cara interior de la fábrica de ladrillo y el muro estructural nos da la ventilación necesaria. Esta cámara debe quedar cuidadosamente limpia durante la ejecución de la fábrica con el fin de evitar la acumulación de humedad que pueda deteriorar la madera. Sobre la cimentación se colocará un material impermeable, bajo la fábrica de ladrillo, a partir de la cara exterior de este muro y remontando el muro portante hasta una altura de 30 cm. En la parte baja del muro se debe dejar una llaga libre de mortero para permitir la evacuación de agua y la ventilación de la cámara de aire.

En la **cara interior del muro** portante, se coloca una lámina de polietileno para evitar que el vapor de la habitación llegue a la parte fría del muro. A partir de aquí sólo queda terminar el muro en su cara interior. El muro termina con un tablero de cartón-yeso de acabado directamente sobre la barrera de vapor, ó colocando un tablero de menores prestaciones que el exterior, adosándole una serie de rastreles y terminando con el tablero de acabado. El acabado interior puede ser un tablero de yeso-cartón como ya hemos indicado, o cualquier tipo de tablero, tabla, tarima, o alicatado que se desee.

El aislamiento del muro portante exterior se consigue relleno de material aislante el hueco que queda entre los pies derechos y los tableros.

## TABIQUES

Los tabiques interiores portantes se construyen de la misma forma que los muros portantes exteriores, aunque sin el revestimiento de contrachapado. La tabiquería interior se realiza de la misma forma, con la salvedad de que en su parte superior se coloca un solo durmiente, ya que no necesita repartir las cargas.

**Los tabiques interiores se pueden revestir de diversas maneras** del mismo modo que los muros exteriores en su cara interior. La más apropiada es la de revestirlos con una placa de yeso-cartón de 12,5 mm de espesor. Estas placas ofrecen varias ventajas: no solamente son inflamables, sino que además ralentizan la propagación de las llamas. Las juntas entre placas se pueden realizar de manera que la superficie resultante sea completamente lisa, resisten ligeras deformaciones sin estropearse, resisten bien el impacto y además son económicamente competitivas.

Es **aconsejable revestir los cuartos húmedos** de paneles suplementarios de contrachapado fabricado con colas fenólicas, paneles de hormigón, o placas de yeso-cartón hidrófugo, sobre los cuales se puede colocar cualquier tipo de cerámica ó de revestimiento.



## AISLAMIENTO TÉRMICO

La utilización del aislamiento en la construcción es relativamente reciente y su necesidad no ha sido tenida como imprescindible hasta la crisis del petróleo que hizo subir el precio de la energía y contribuyó a una toma de conciencia de su necesidad. Actualmente cada vez tiene más importancia el buen aislamiento de una construcción y buena prueba de ello es el gran número de materiales y sistemas nuevos que se desarrollan para mejorar las prestaciones térmicas en un edificio; ejemplo claro de esto es el desarrollo que han tenido las carpinterías y los vidrios con cada vez mejores niveles de aislamiento.



**Sin embargo, el aislamiento térmico es algo más que una cuestión de economía.** Un buen aislamiento influye directamente en el confort interior de la vivienda. Las diferencias de temperatura entre el suelo y el techo cerca de un muro exterior no deberían exceder de 2 ó 3 grados; en las viviendas sin aislamiento pueden llegar hasta los 10 grados, lo que afecta considerablemente al confort.

La instalación del aislamiento térmico en las viviendas con estructuras de madera es muy simple. Los huecos entre montantes que hemos comentado antes (en el caso de 2×6 pulgadas es de 14 cm), y los huecos que deja la estructura de cubierta, están listos para ubicar el aislamiento térmico que se coloque. Una colocación cuidadosa permitirá reducir las juntas en la barrera de vapor a un mínimo estricto. Además, en el momento de colocar el tablero interior, estas juntas van a quedar cerradas de forma hermética.



La instalación de aislamiento en los muros de la construcción convencional es por el contrario más complicada. En efecto, para asegurar una pequeña cámara de aire entre los muros, el espesor máximo del aislamiento es de 5 ó 6 cm. Es más complicada asimismo la colocación de la barrera de vapor y el hecho de que sea hermético. No hay medio de colocar un papel impermeable cortavientos, de forma que no deje pasar el agua en caso de lluvia persistente. En caso de condensación en los inviernos largos y fríos, la humedad puede llegar a hacer que el aislamiento pierda sus propiedades térmicas y deje de ser eficaz. **Es difícil evitar los puentes térmicos de frentes de forjado y pilares de estructura de hormigón**, de tal forma que evitarlos es costoso y no darles solución hace que el edificio pierda parte del aislamiento conseguido en los paños y la diferencia de temperatura que de ello resulta hace más fácil la aparición de condensaciones. **Esto en la construcción con estructura de madera es extremadamente sencillo** de evitar y no repercute excesivamente en los costos de construcción.

El espesor del aislamiento depende teóricamente del clima. Conviene sin embargo ir a un aislamiento máximo, que no tardará en resultar económico gracias al ahorro de energía conseguido.

Nunca está de más insistir en que es fundamental el cuidado en la colocación del aislamiento. No se debe aplastar indebidamente o deteriorarlo y no se debe dejar un hueco o intersticio por donde pase el aire, ya que nos haría perder las cualidades térmicas del cerramiento.

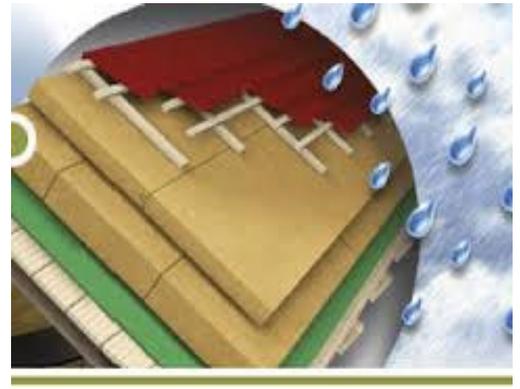
Se recomienda como espesor de aislamiento de forma general, 8 cm en el caso de forjados sobre el terreno, 10 a 14 cm para los muros exteriores, y 15 a 20 cm para las cubiertas para un aislamiento realizado con lana de roca.

## **AISLAMIENTO A LA HUMEDAD**

La acumulación de humedad en los muros exteriores no se debe generalmente a infiltraciones de humedad proveniente del exterior, sino a la condensación del vapor de agua que durante los meses de invierno pasa del interior al exterior atravesando los muros. En efecto, todos los materiales que se utilizan para realizar los muros son en mayor o menor medida permeables al paso de vapor de agua; como el vapor está a mayor presión del lado caliente, una cierta cantidad de vapor atraviesa cada día hacia la cara fría. En un muro aislado, el descenso de temperatura es tal que el punto de rocío se sitúa dentro del material aislante. El vapor al pasar ese punto, se condensa y humedece el muro. La mayor parte de los materiales del muro como la madera, el cartón-yeso, etc., dejan pasar el vapor con relativa facilidad.

**Durante un largo período de frío, varios litros de agua pueden llegar a acumularse en el material aislante y éste ganará en peso y puede descender, dejar partes del muro sin aislamiento y perder sus propiedades de aislamiento.** Además, los durmientes y montantes al estar en contacto permanente con el agua pueden sufrir ataques.

**Para que la humedad no pueda atravesar el muro**, se instalará detrás del revestimiento interior, en el interior del **aislamiento térmico**, (siempre en la cara caliente del cerramiento) **una barrera de vapor** que tenga un mínimo de juntas. Los materiales ideales para utilizar como barreras son las hojas de aluminio o de polietileno o de papel "Kraft" con revestimiento asfáltico. Actualmente existen aislantes térmicos que llevan en su cara interior una lámina paravapor y el conjunto sólo tiene que ser colocado y fijado a los montantes. Conviene señalar que estos aislantes térmicos suelen estar mal montados y es raro encontrar uno que no esté deteriorado. Conviene en este caso colocar un paravapor suplementario en cuartos húmedos. Las placas de cartón-yeso revestidas de una lámina de aluminio representan una solución ideal.



## CALEFACCIÓN

Existen actualmente **dos formas** principales de repartir el calor en una vivienda: **agua y aire calientes**. La generación del calor puede realizarse utilizando el gas ó el gasoil como combustible. La calefacción por medio de agua posee la ventaja de que los **conductos son más reducidos de diámetro** y más fáciles de integrar en los muros y forjados. A pesar de ello, los aparatos radiadores, suponen un estorbo y no tienen valor estético.

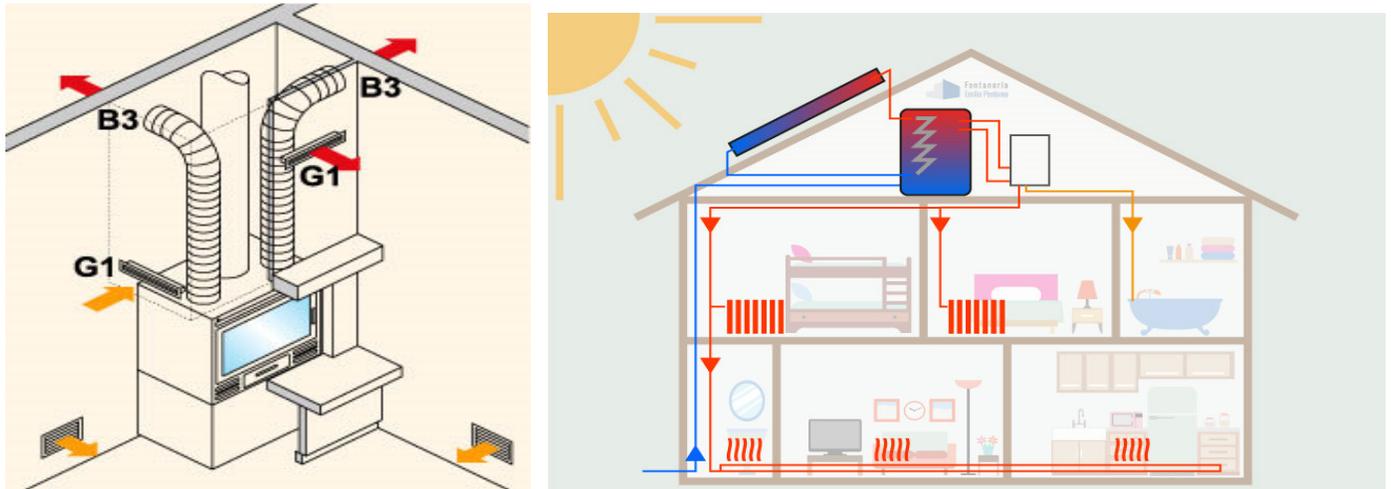


La calefacción con **aire caliente impulsado** al interior de una vivienda con estructura de madera es **una solución ideal**. La vivienda con estructura de madera, al tener una inercia térmica reducida, necesita **pocos minutos para alcanzar una temperatura agradable**. Cuando la temperatura baja, se calienta de nuevo enseguida sin que haya un sobrecalentamiento desagradable. La consecuencia directa de las bajas pérdidas térmicas de las construcciones con estructura de madera es la necesidad de una pequeña cantidad de aire caliente. En consecuencia, podrían bastar conductos de aire de un diámetro reducido. Será además posible reducir la velocidad del aire en las salidas de las bocas de aire de manera que los desplazamientos de aire evitan la formación de corrientes. Se podrá mantener el aire caliente a una temperatura inferior a los 50°C, lo que permite evitar malos olores.

La calefacción con aire caliente requiere un estudio minucioso a realizar en función de la concepción de la estructura de madera. En el caso de construcciones de una planta, donde los conductos pueden estar integrados en la losa de hormigón o bajo el forjado de planta baja, no hay complicaciones. En las viviendas de una o dos plantas, los montantes pueden ser instalados en los muros o en los armarios. En el primer caso, se tratará de cortar las piezas horizontales, lo que no tiene normalmente ninguna repercusión, a condición de utilizar muros interiores y preferentemente no resistentes.

El aire impulsado desembocará preferentemente bajo las ventanas, que es donde más pérdidas se producen. Se efectúa una mezcla de aire caliente que sube con aire frío que baja. El aire se aspira a través de pequeñas rejillas o las rendijas inferiores de las puertas. No hace falta decir que no se colocan aspiraciones en baños, cocinas y garajes. La rejilla central de retorno, que conduce el aire aspirado hacia el intercambiador térmico, se coloca en el hall.

La aspiración de aire del exterior, la humidificación y el filtrado no suponen ningún problema.



La cámara de aire situada bajo el forjado de planta baja, si se concibe y se aísla bien, puede servir de plenum para el aire impulsado y es una solución muy simple: el aire se aspira en el plenum y remonta por las bocas situadas debajo de las ventanas. En el plenum la temperatura se eleva a una media de 30-35°C y esto asegura otra ventaja que es la de tener el suelo bajo la casa a una temperatura elevada.

En una vivienda perfectamente aislada, el hecho de no calefactar las habitaciones que se usan poco o nada, no supone una ventaja; en efecto, en este caso el calor no está bien repartido en el interior de la vivienda y la humedad se eleva considerablemente en las habitaciones no calefactadas, lo que conviene evitar en una construcción con estructura de madera.

El sistema de calefacción en base a conductos de agua caliente tiene algunas ventajas con respecto al sistema de aire como es la facilidad de ejecución de la propia instalación, la mayor economía de dicha ejecución y el hecho de que la ventaja del sistema de aire que consiste en poder enfriar en verano, no lo es tanto en algunas regiones en que las necesidades de refrigeración son muy reducidas en el tiempo y en intensidad.

Los conductos de agua son de diámetro reducido y pueden pasar más fácilmente que los de impulsión de aire. El calentamiento de la casa se produce de manera más lenta que en el sistema de aire, aunque es un sistema más económico en cuanto al consumo.

## ELECTRICIDAD, FONTANERIA Y SANEAMIENTO

Las instalaciones de electricidad, fontanería y saneamiento no tienen ningún problema en su ejecución gracias a los numerosos huecos que deja la estructura para que puedan pasar por ellos. Los forjados permiten el paso de tubos de saneamiento de 100 mm de diámetro sin problemas, por los huecos que quedan entre los conectores de las viguetas.

**En los muros se pueden pasar todo tipo de tubos**, con la condición de que el muro tenga la anchura suficiente y no se elimine el aislamiento en cantidad apreciable. Para que cualquier tubo pase por el muro, éste a veces se realiza con montantes de dimensiones correspondientes a muros de carga, aunque sea un tabique. Se debe cuidar no cortar elementos importantes; este punto es importante en España debido al desconocimiento que del sistema existe, lo que requiere una mayor supervisión sobre los distintos instaladores.

Durante la construcción se prevén dos etapas en las que estén los gremios trabajando, la primera para pasar los tubos por la estructura, cuando la misma está terminada y la tabiquería montada, y la segunda cuando los revestimientos ya están colocados y hay que instalar los aparatos y mecanismos.

**Una de las grandes ventajas del sistema es la rapidez de ejecución** y el hecho de que no se necesita realizar rozas para pasar las instalaciones; éstas pasan a través de una serie de taladros realizados en los montantes y los tableros. La obra es más limpia y no se necesita sacar tanto escombros como en la construcción de hormigón y ladrillo. La herramienta de trabajo es muy sencilla y no se necesita maquinaria grande.



## CONCLUSIONES

Las casas de madera es algo que en la actualidad está tomando auge en Guatemala y por ello es importante que el alumno conozca y domine el tema por lo menos de manera general.

Es importante resaltar que desde hace más de una década la compañía guatemalteca Casas Canadienses se posiciono en el mercado con la venta de casas de madera con el sistema constructivo que implica la construcción de este tipo de vivienda.

De manera general hemos abarcado todos los elementos mínimos que se requieren para un sistema constructivo de este tipo.

Aunque es un sistema mucho más común en los países anglosajones, no desmerece su estudio, ya que cada día muchas personas las están construyendo en el interior del país, en la costa muy cerca de las playas, en el altiplano en el campo y en el norte y oriente del país como casas de retiro y hasta para hoteles y otro tipo de usos

## NUEVA INFORMACIÓN (INCLUÍDA EN ESTE DOCUMENTO EDUCATIVO) TOMADA DE:

### Sitios web:

1. <http://biblioteca.infor.cl/DataFiles/14343-2.pdf>