

VI.1 La cimentación.

Una cimentación es una base de materiales pétreos de concreto simple o armado la cual estará apoyada entre el suelo o sobre él y cuya finalidad será la de transmitir los esfuerzos al suelo. Éste recibe las cargas debidas al peso propio de la cimentación, muros, entrepisos, techumbre y las fuerzas debidas a los sismos, al viento y a la nieve. Una característica de las cimentaciones es que aísla a la estructura del contacto directo con el suelo y la humedad, así como aquellos agentes destructores de la madera como las termitas y otros insectos.

El tipo de cimentación para una casa de madera depende de las condiciones de carga, el tipo de suelo y las condiciones topográficas del lugar. Esta elección determina que efectos secundarios se pueden presentar tanto en el suelo como en la estructura y así poder evitarlos. Entre tales efectos se tienen los asentamientos diferenciales debidos a la compactación del terreno. Otro de los factores que se deben evitar es la presencia del agua. Para evitar la acumulación de ésta, se deben colocar drenes, sellos de cartón asfáltico entre la cimentación y la solera de madera tratada, para evitar que el agua suba por capilaridad, figura 144.



Figura 144. Solera de madera sobre una cimentación de concreto.

Un adecuado conocimiento del tipo de suelo, así como de su capacidad de carga, evitará que estas cimentaciones sufran asentamientos, desplazamientos o giros, y por lo tanto la estructura de madera no sufrirá daños.

Cimentaciones para casas de madera:

- superficial,
- profunda,
- continua,
- aislada, ,
- aislada con pilotes de madera, y ,
- losa de concreto armado a nivel del suelo.

Cimentación superficial.

Puede ser una zapata corrida de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre el suelo, siempre y cuando se considere que éste posee la capacidad de carga necesaria para absorber los esfuerzos que le son transmitidas por la estructura, sin que sufra asentamientos de consideración, figura 145.



Figura 145. Cimentación superficial de concreto armado.

Cimentación profunda.

Una cimentación profunda es aquella que requiere alcanzar los estratos con mayor capacidad de carga. Se colocan pilotes cilíndricos, prismáticos, de concreto, madera o de metal que son hincados en el suelo, figura 146.

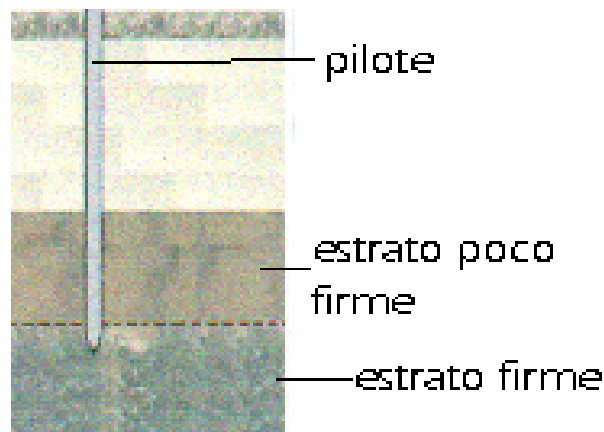


Figura 146. Pilote hincado hasta el estrato de mayor capacidad de carga.

Zapata corrida.

Una estructura de madera que se diseñe para una casa habitación, tendrá un menor peso, por lo que transmitirá menores esfuerzos al suelo, que una construida de materiales tradicionales. Por tanto la cimentación debe ser superficial, con una profundidad mínima de sesenta centímetros, debiendo profundizar veinte centímetros en la capa no removida de suelo, si la capacidad de carga de los estratos son aceptables. Las cimentaciones más utilizadas en este tipo de estructuras son las zapatas corridas o continuas, hechas de concreto simple o armado, y de mampostería, que se desplantan sobre una plantilla de concreto pobre. Sobre esta cimentación se construye una dala que sobresale unos 20 cm sobre el nivel del suelo, en la cual asentará la solera de madera tratada, que se sujeta mediante pernos de metal de cuerda continua, figuras 147 y 148.

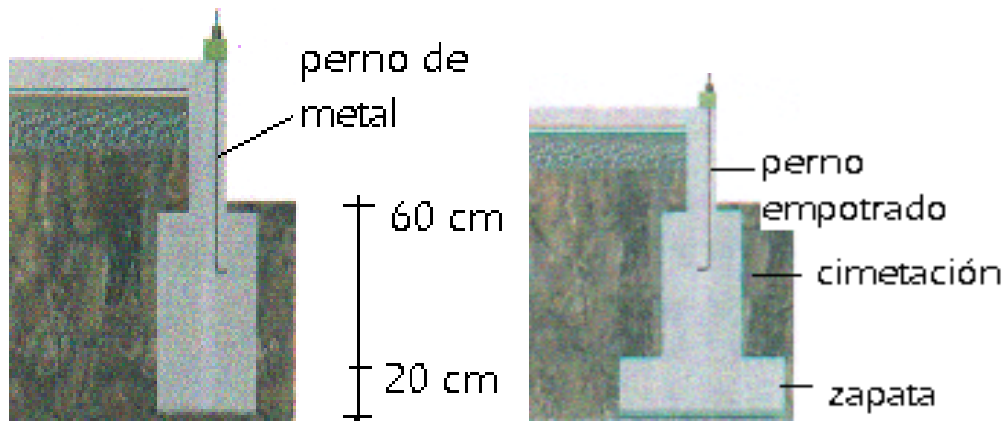


Figura 147. Zapata corrida de concreto.

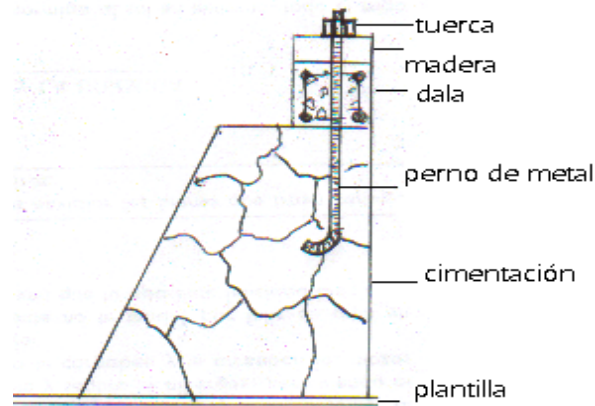


Figura 148. Zapata corrida de mampostería, dala, solera de madera tratada CCA, espárrago ahogado en la cimentación con tuerca y roldana.

Cimentación aislada con pilas de concreto armado, de forma cuadrada o cilíndrica.

Este tipo de cimentaciones se adoptan cuando las pendientes del terreno son mayores al 10% sobre el eje mayor de la planta, en terrenos que presenten rocas o humedad, las pilas se colocan en cada esquina según el diseño, sobre las que se desplantan dalas armadas con varilla de 3/8 de pulgada, figura 149.

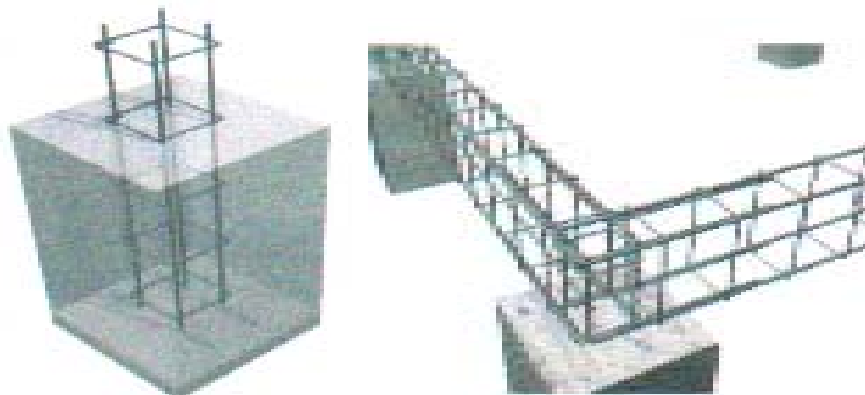


Figura 149. Cimentación de pilas cuadradas de concreto y sobre de ellas el armado de las dalas.

En otros casos las soleras de madera van sentadas sobre las pilas de concreto, debidamente empotradas, de esta forma queda la madera aislada del suelo y de la humedad, figura 150.

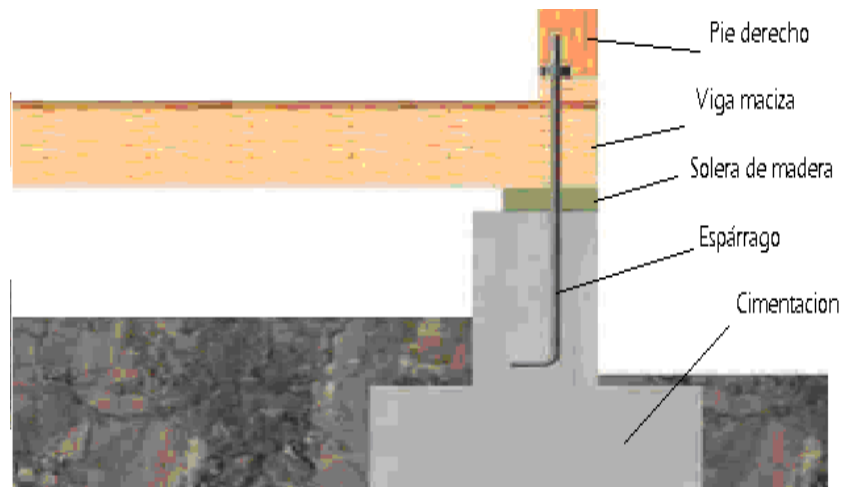


Figura 150. Cimentación aislada del suelo.

Es recomendable unir las pilas de concreto por medio de una dala armada con cuatro varillas de 3/8 de pulgada y anillos de veinte centímetros por veinte centímetros, en las cuales se dejan empotrados pernos o varillas de 3/8 de pulgada o un diámetro no menor a cien milímetros, con cuerda en la punta para recibir tuerca y roldana, cuya finalidad es la de sujetar la solera de madera tratada, figura 150.

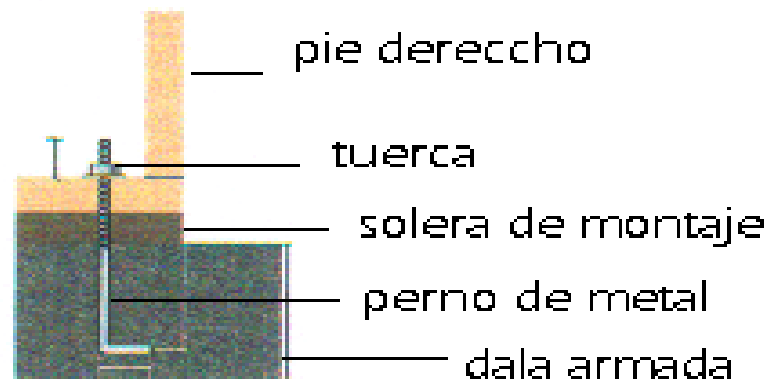


Figura 151. Dala de concreto armado.

Es recomendable que se deje una cama de grava y arena sobre el suelo que este dentro de la traza de los cimientos, para evitar que el agua suba por capilaridad y dañe la estructura de madera. Sobre esta cama se coloca una malla armada en la cual se vacía concreto, figuras 152 y 153.



Figura 152. Detalle de la colocación de cama de arena y grava.



Figura 153. Piso de concreto con malla y cama de arena o grava.

Cimentación aislada con pilotes de madera.

Estas cimentaciones son recomendables para estructuras de uno o dos pisos, por su facilidad de colocación, rapidez y economía. Se desplanta una pila de concreto en el suelo y empotrado en ella se coloca un tramo de madera en rollo o prismático con preservador (CCA). Estos pilotes de madera llevan un corte en el cual se asienta una viga (solera) quedando unidos. Las características y secciones de estas vigas dependen del análisis de la estructura. Se recomienda que los pilotes de madera tengan un diámetro de ocho pulgadas a diez pulgadas, figura 154.

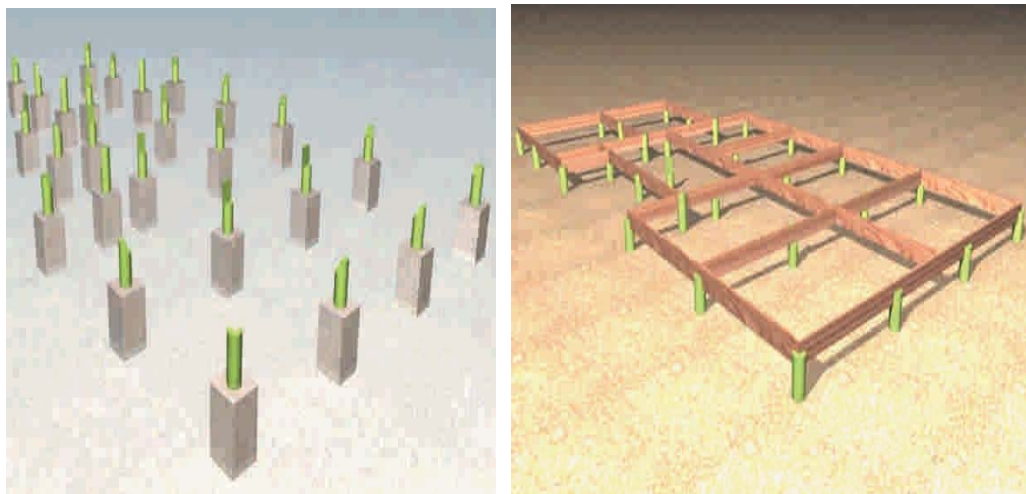


Figura 154. Pilas de concreto con pilotes de madera formando la base del piso.

Método constructivo de una cimentación aislada a base de pilotes de madera.

Una vez determinada la posición del pilote, se hace una excavación en el suelo, de dimensiones de cuarenta centímetros por cuarenta centímetros por ochenta centímetros de profundidad, donde esta última dimensión depende de la profundidad del estrato firme. En la base de la excavación se coloca una plantilla de grava de $\frac{3}{4}$ de pulgada o material de ocho a diez centímetros de espesor, lo que aísla a la madera de la humedad del suelo. Al pilote de madera se le hincan clavos de cuatro pulgadas de largo con cabeza o tramos de alambrión de unos veinte centímetros de longitud según el diámetro del pilote de madera, con el propósito de aumentar la adherencia con el concreto, figura 155.

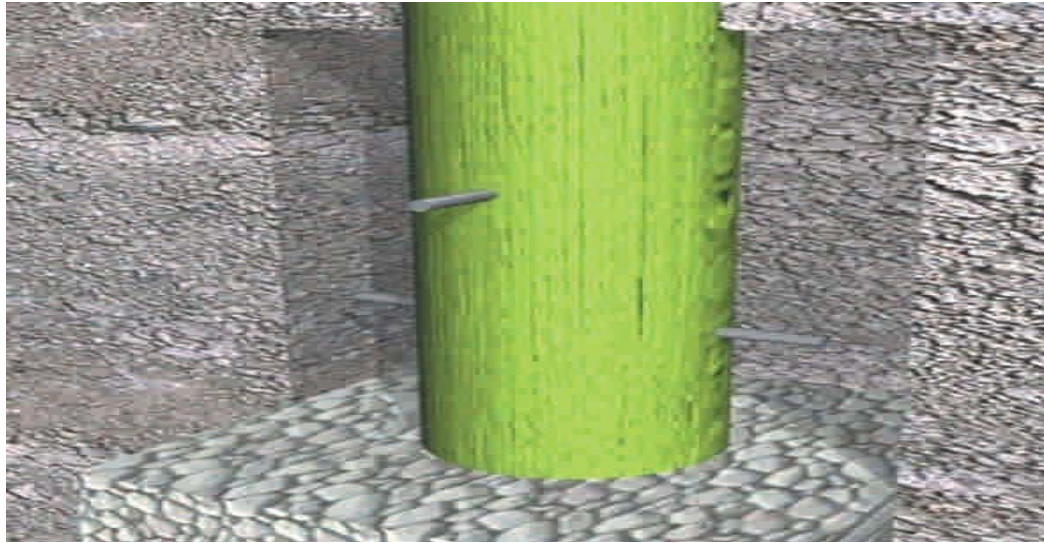


Figura 155. Pilote de madera, con clavos, en una base de grava.

Una vez hecha la preparación y antes de vaciar el concreto, se deben mantener erquidos en ángulo recto con respecto al suelo, Terminado el colado y una vez ya fraguado se procede a hacer el corte de la cabeza de los pilotes de madera para que estén al nivel requerido, figura 156.

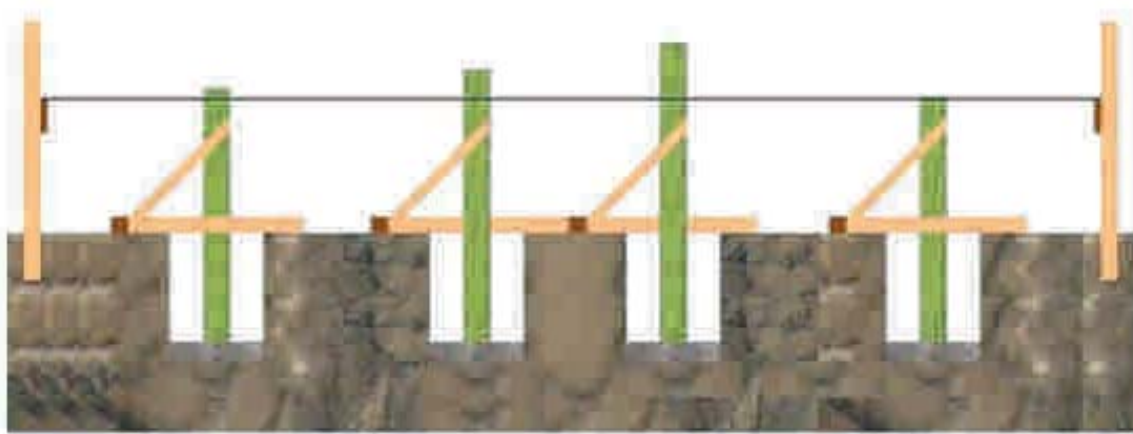


Figura 156. Pilotes de madera en posición vertical listos para recibir el concreto.

Cuando ya están a nivel, a los pilotes se les hacen un rebajo sin que este supere el 50% del diámetro, de tal forma que asiente bien la solera o viga maestra. Una vez que hayan quedado atados el conjunto de pilotes, se asienta la plataforma de madera que sirve a su vez de piso, figuras 157 y 158.

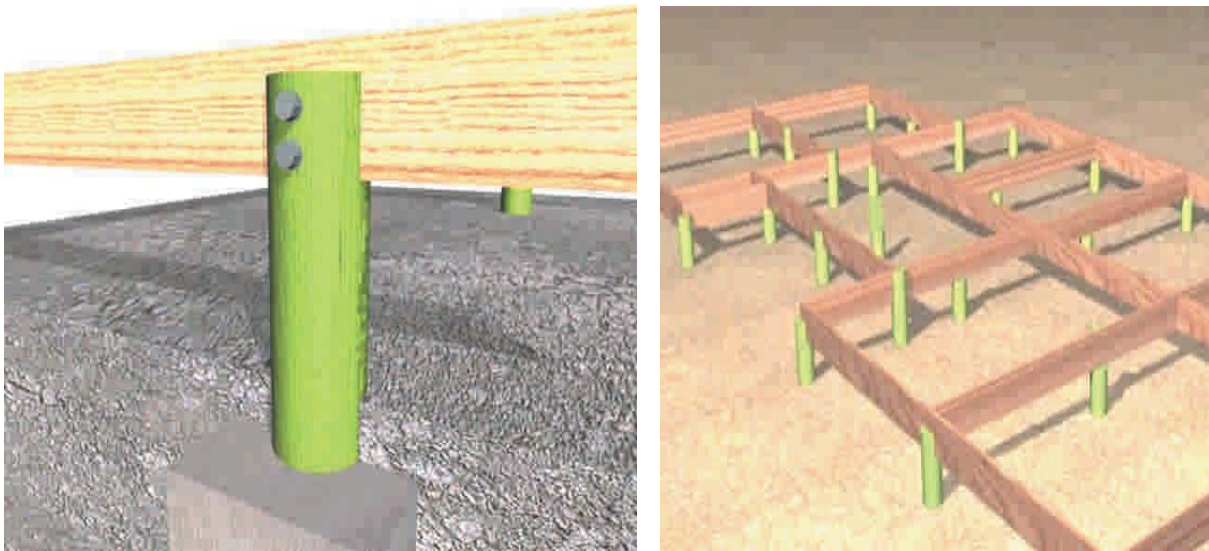


Figura157. Viga maestra unida al rebajo del pilote de madera, formando la plataforma.

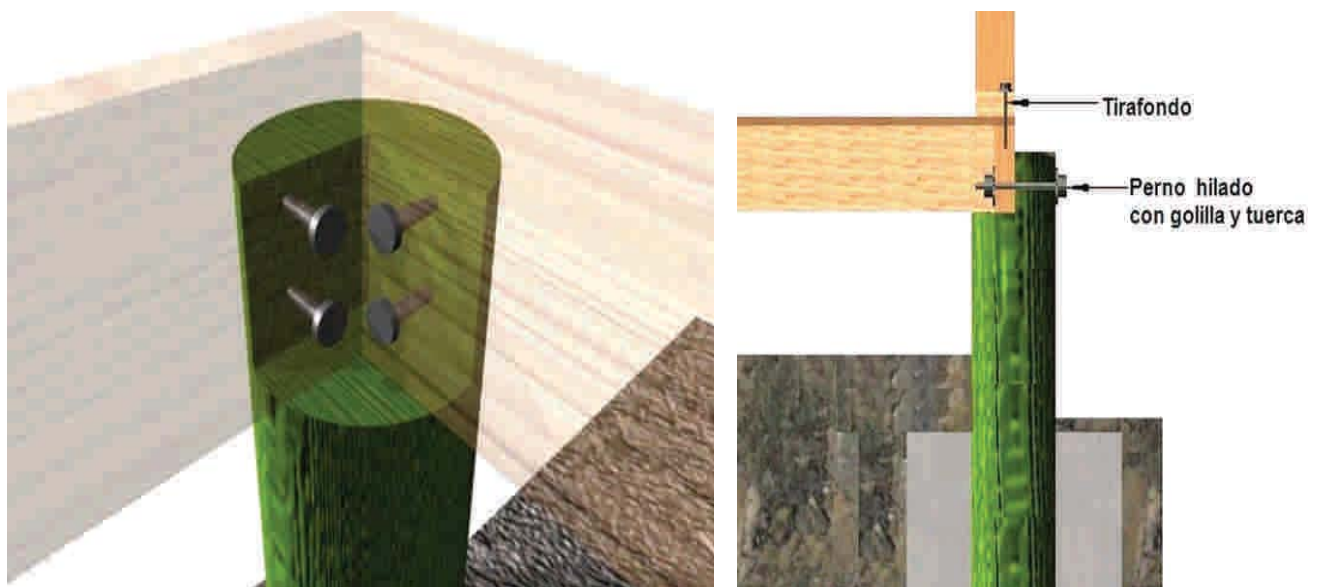


Figura 158. Corte del pilote de madera en la esquina, unido mediante pernos de metal.

Si la topografía del terreno tiene una pendiente pronunciada, los pilotes se arriostan como se muestra en la figura 159. Estos elementos deben ser del tipo permanente siempre y cuando los pilotes de madera sobresalgan un metro con respecto al nivel del suelo.



Figura 159. Arrostramiento permanente de pilotes de madera de más de un metro de altura y cimentación de una casa sobre pilotes de madera.

Losa de concreto armado.

Este tipo de losa, puede estar sobre una zapata de mampostería o directamente sobre el suelo, no sin antes haber realizado un estudio de sus características y resistencia. En ciertas situaciones la cimentación deja un espacio entre el nivel del suelo y el piso, suele utilizarse como sótano, ayudando a la ventilación eliminando la humedad excesiva. Esto se logra dejando ventanillas con malla tipo mosquitero metálica para evitar la entrada de roedores o insectos. En la losa se colocan las soleras o pies derechos de madera previamente tratada con CCA, empezando así el desplante de muros, pisos y entrepisos, dependiendo del método que se haya considerado para armar la estructura. Las figuras 160 y 161 se muestran algunas estructuras de madera sólida desplantadas sobre losas de concreto armado.



Figuras 160 y 161. Pies derechos empotrados directamente sobre la losa y pies derechos empotrados sobre las soleras inferiores y superiores de madera.

VI.2 Columnas de madera maciza o empalmadas para muros de carga.

Una columna de madera maciza se puede definir como todo elemento que trabaja a compresión, donde su longitud supera varias veces su dimensión lateral más pequeña. Una columna es un elemento vertical pesado. Las columnas se pueden clasificar como: columna de madera sólida sencilla que consiste de una sola pieza de formas cuadrada, rectangular e inclusive circular. Las columnas se forman por varios miembros ensamblados de dos en dos, con ejes longitudinales paralelos y separados mediante bloques de madera de la misma sección, pero más pequeños en longitud, figura 162. Las llamadas columnas compuestas, donde se usa una combinación de madera con elementos sujetadores mecánicos en la figura 162 se muestran dos secciones transversales de columnas compuestas macizas cuya capacidad de carga está comprobada. Otra variante sería las columnas laminadas pegadas con adhesivo o unidas mediante clavos, tornillos o pernos, por último debemos identificar como columnas a los pies derechos formando los marcos ligeros de madera. Todos estos elementos se sujetan quedando juntos para compartir la carga formando una sola unidad a compresión.

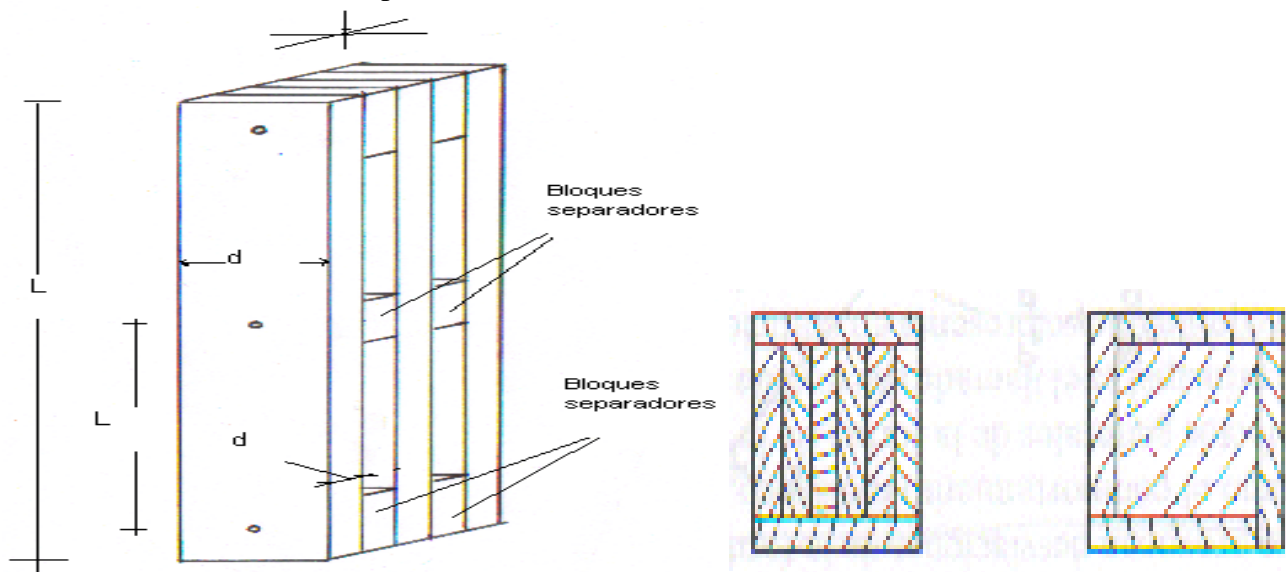


Figura 162. Columnas ensambladas, formadas por varias piezas.

Una viga es aquella cuya escauadría que tiene secciones mayores y que es utilizada para formar los muros soportantes. Estos elementos verticales son los llamados pies derechos.

Grueso en pulgadas	Ancho en pulgadas	Largo en pulgadas	Grueso en centímetros	Ancho en centímetros	Largo en centímetros
3	6	16	7.5	15	487.68
4	8	12	10	20	365.48
4	8	16	10	20	487.68
4	8	18	10	20	548.64
4	8	20	10	20	609.6

Tabla 27. Medidas de las vigas de madera maciza en estado natural.

Esbeltez.

Es la relación que existe entre la longitud que no se encuentra arriostrada y la dimensión de su sección del lado menor es decir L/d . La relación de esbeltez para columnas macizas simples se limita a $L/d=50$, mientras que las de secciones compuestas por varios miembros tienen una relación de $L/d = 80$.

Pórticos.

Los muros soportantes (estructurales) se arman con elementos verticales y horizontales, formando una estructura llamada pórtico, que debe ser arriostrada para aumentar su rigidez, ayudando de esta forma a soportar fuerzas laterales, figura 163.

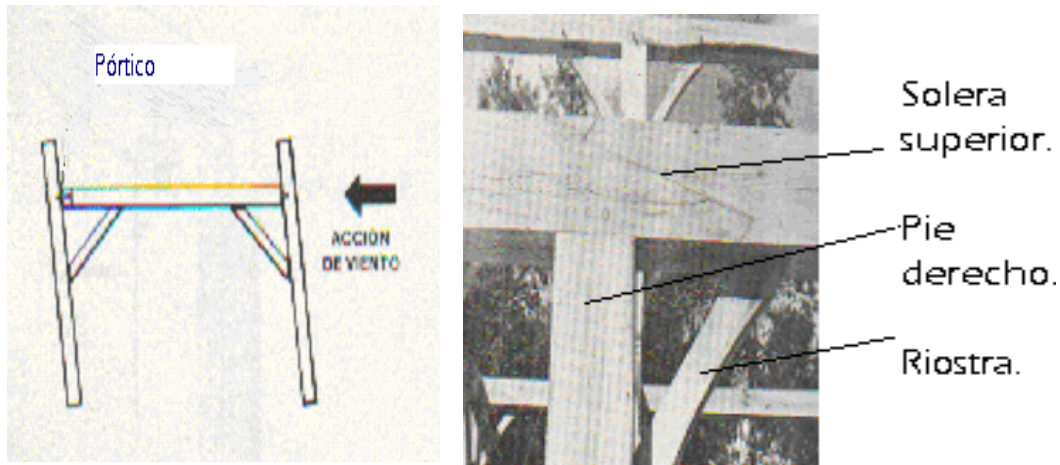


Figura163. Elementos de un pórtico soportante.

Las uniones de los pies derechos con soleras superior e inferior, riostras y otros elementos se unen por medio de cortes especiales y ensambles de caja y espiga, como se trató en el capítulo IV.2. En otros casos se utilizan placas de acero en combinación con pernos, espárragos, roldanas y tuercas. La madera en combinación con las piezas metálicas forma, pisos, muros y entrepisos, figura 164.



Figura 164. Muros de madera maciza de primero y segundo piso.

Los pies derechos en conjunto con soleras y riostras, permiten salvar grandes claros o luces. Los pies derechos se empotran en las soleras inferiores y estas a su vez se sujetan con espárragos empotrados en la cimentación, en algunos países como Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, los pies derechos se empotran directamente en el piso rígido de concreto, con espiga en la madera o algún elemento de metal, figura 165.

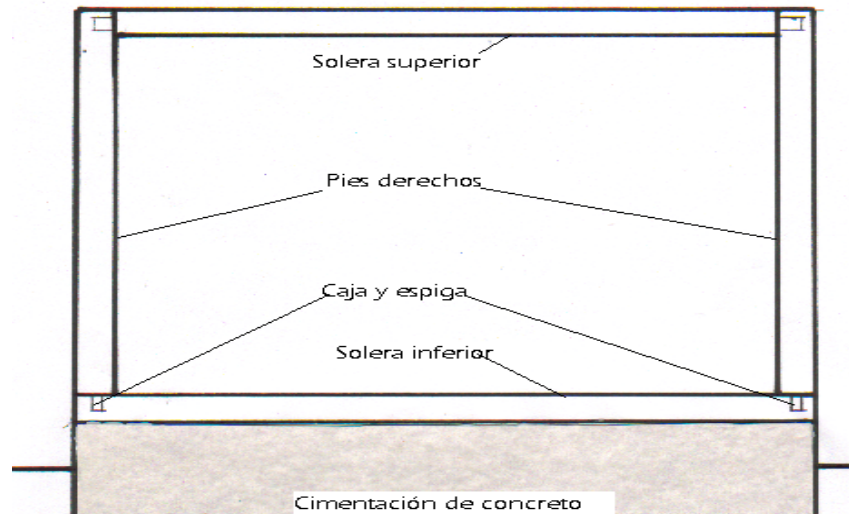


Figura 165. Pórtico de madera maciza sobre cimentación de concreto.

Revestimiento de muros en madera maciza.

Para realizar el procedimiento de revestimiento, hay que aumentar el número de piezas de madera transversales y verticales para disminuir el claro y poder fijarlo. Generalmente se utiliza para este efecto duela de madera maciza en varios estilos, machihembrada, traslapada, tinglado o con cubrejuntas. La función principal del revestimiento es la de dar protección a la estructura de la vivienda, impidiendo el ingreso de la humedad y permitiendo un fácil escurrimiento de la lluvia.

Los recubrimientos exteriores pueden ser de diferentes materiales como:

- madera,
- cerámica,
- lámina de fibrocemento
- vinílico,
- teja de cerámica o madera,
- de acero, y,
- mortero- cemento.

Se deben considerar los costos que implica el uso de cada uno de los materiales listados anteriormente, así como otros factores, entre los cuales están: la apariencia, el clima, el tiempo de instalación y el mantenimiento. Uno de los detalles más importantes antes de colocar el revestimiento es el de colocar una capa de material aislante como fieltro asfáltico, así como aquellos materiales termo-acústicos necesarios, figuras 166.

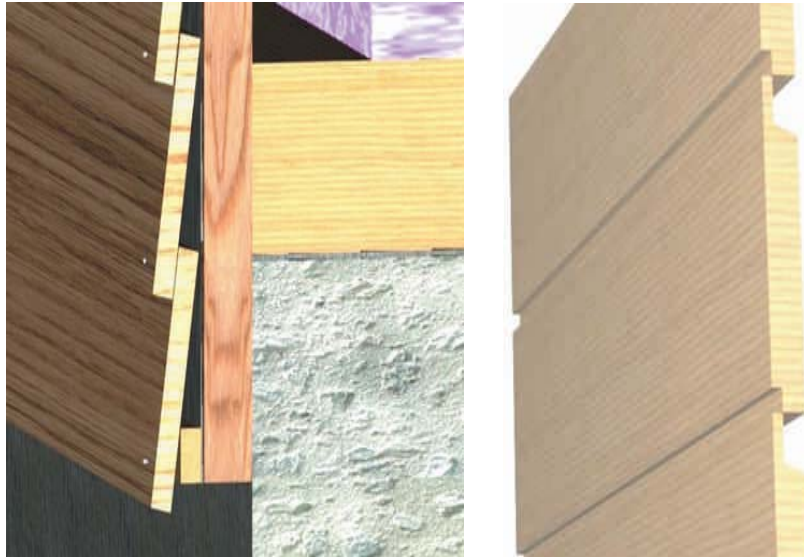


Figura 166. Revestimiento de madera estilo tinglado y traslapado.

Cuando las duelas de madera se tienen que unir con clavos, éstos deben tener una separación del borde de la madera por lo menos 2.5 de centímetros. La madera debe tener una cierta holgura ya que los cambios volumétricos pueden llegar a afectar la adherencia de los clavos, figura 167.



Figura 167. Revestimiento de muros exteriores.

En algunos casos y dependiendo de la especie de madera, se deben guiar los clavos con taladro, cuidando que el diámetro de la broca sea un poco menor que el diámetro del clavo. Los revestimientos con madera deben estar tratada contra los agentes bióticos y abióticos, ya de esta forma se aumenta su vida útil. Sin embargo siempre hay que dar mantenimiento a los materiales usados, debido a que hay puntos por donde puede penetrar la humedad. Se sugiere dar mantenimiento por lo menos una vez por año, figura 168.

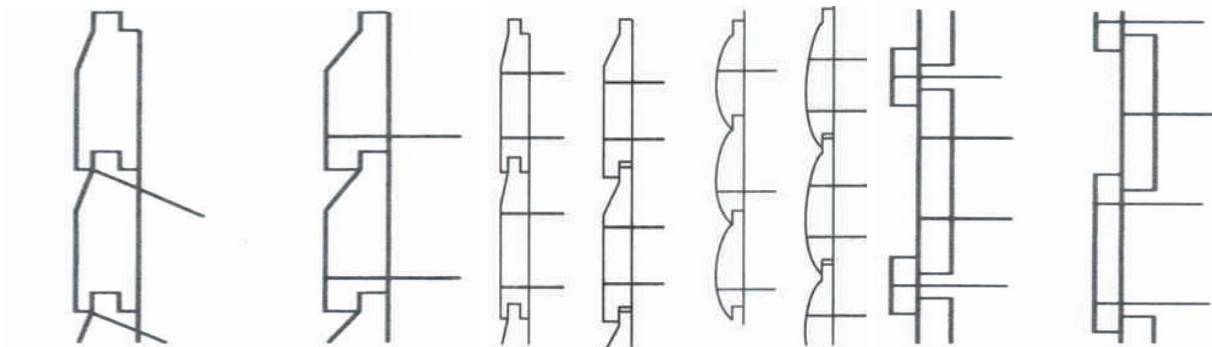
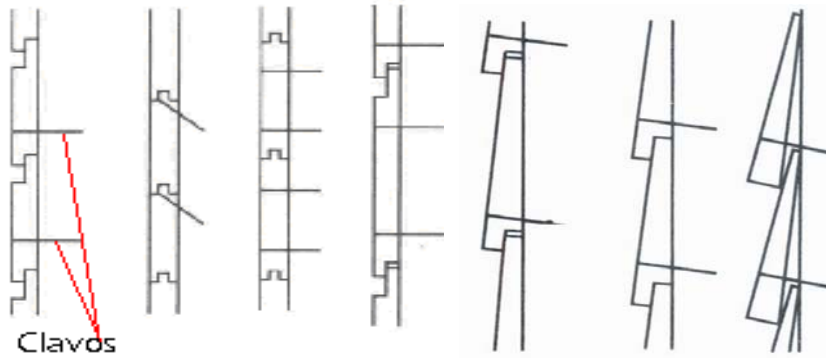


Figura 168. Diferentes estilos de colocar el revestimiento exterior y su fijación a la estructura del muro por medio de clavos, las figuras indican la correcta colocación de estos.

Como vimos los muros pueden formarse con madera de grandes escuadrías (madera maciza), sin embargo este tipo de madera es de mayor costo, por lo que se debe aprovechar la de sección menor y con ella armar los entramados para los muros estructurales (soportantes) y divisorios. Como ya mencionamos los montantes o pies derechos son aquellos elementos verticales que se utilizan para el ensamble y unión de muros en la construcción ligera de madera. Sirven como elementos para fijar los revestimientos, funcionan como columnas verticales y soportan la carga de los sistemas de techo o piso, siendo el pie derecho más común el de dos por cuatro pulgadas, colocándose a distancias de doce, dieciséis y veinticuatro pulgadas, figura 169.



Figura 169. Muros soportantes y muros divisorios.

Si el muro así formado está revestido por ambas caras este se considera debidamente rígido ya que todo muro formado por estos pies derechos debe tener elementos transversales que ayudan a dar rigidez. El número de hileras de refuerzos y su separación depende de la altura del muro y de la necesidad de que trabaje como columna. Este sistema ha sido utilizado por muchos años en los Estados Unidos de Norteamérica, llamado sistema general de construcción ligera con marcos de madera. En general los pies derechos son columnas y deben cumplir con los diferentes requerimientos de diseño de las secciones de madera maciza. Un muro puede definirse como el entramado de madera compuesto por un conjunto de piezas horizontales y verticales distribuidos según el diseño arquitectónico, ya sea como un elemento constructivo resistente a las cargas verticales y horizontales o como un elemento necesario para separar compartimentos o recintos. Un muro vertical soportante de cargas es parte de la estructura resistente que formará la vivienda, diseñado para soportar las cargas estáticas y dinámicas.

Requerimientos para la construcción de muros de entramado						
Dimensiones del pie derecho (en pulgadas)	Muros de carga				Muros divisorios	
	Altura del pie derecho sin arriostamiento	Soporta solamente techumbre	Soporta un piso, techumbre y cielo raso	Soporta dos pisos, techumbre y cielo raso	Altura del pie derecho, sin arriostamiento	Separación
in	ft	separación en pulgadas			ft	in
2x3	---	----	----	---	10	16
2x4	10	24	16	----	14	24
3x4	10	24	24	16	14	24
2x5	10	24	24	---	16	24
2x6	10	24	24	16	20	24

Tabla 28. Muros soportantes y muros divisorios.

Cargas estáticas.

Las cargas estáticas se deben a: la estructura de la techumbre y su cubierta, las estructuras de muros del segundo piso, la estructura del entrepiso, y su cubierta, los revestimientos exteriores e interiores y aquellos materiales necesarios para la protección termo-acústica, el peso propio del muro del primer piso, el sobrepeso y el peso de nieve y otros.

Cargas dinámicas (horizontales).

Este tipo de cargas las producen el viento y los sismos. Un muro soportante que se encuentre en el perímetro o interior generalmente va revestido con tableros estructurales. En nuestro país se considera solo al triplay de madera contra chapada (NTC) o a la duela machihembrada, traslapada, figura 170.



Figura 170. Muros con elementos arriostantes con tableros de madera contra chapada, y muros soportante estructural y muro divisorio.

Muro divisorio no estructural.

Es un elemento vertical que cumple funciones de separación de compartimentos, soporta cargas menores. Estos elementos no siempre requieren arriostrarse ya que pueden cumplir funciones decorativas, quedando como una celosía. Deben adecuarse con elementos de madera que permitan fijar muebles de cocina, closet, artefactos, cañerías, y ductos para instalaciones eléctricas y sanitarias, figura 171.



Figura 171. Entramado de un muro divisorio no estructural.

Muro perimetral y divisorio estructural.

Los muros perimetrales son aquellos que tienen una cara expuesta a la intemperie y otra es interior. El muro es continuo y cerrado trabajando como muro de carga. Este tipo de muros interiores se repiten desde los niveles superiores, transmitiendo de esta forma las cargas verticales y al mismo tiempo trabajando en contra de las cargas producidas por el viento y los sismos, figura 172.

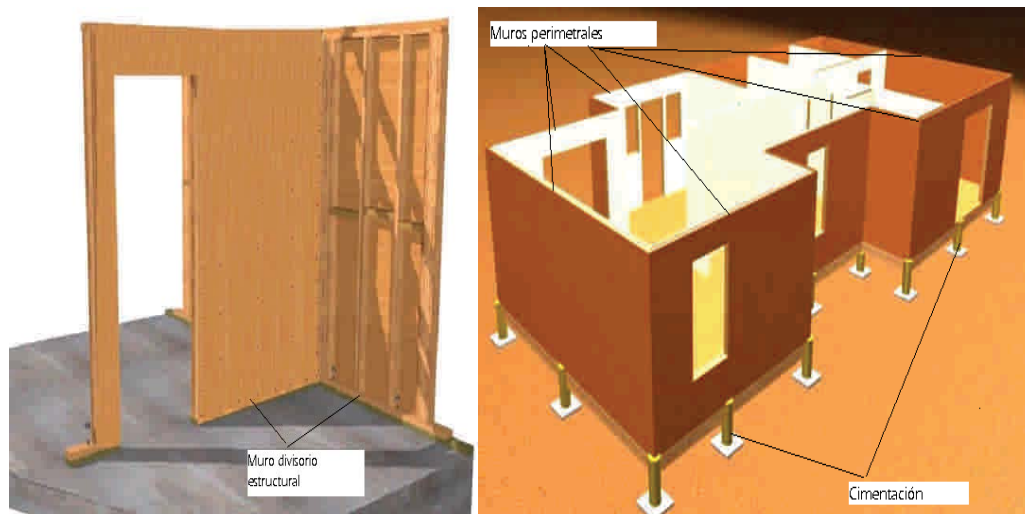


Figura 172. Muros estructurales perimetrales e interiores.

Elementos de madera de un entramado vertical.

Para armar este entramado de madera, se cortan piezas con dimensiones diferentes. Dependiendo del lugar reciben una serie de nombres, a continuación se nombran algunos:

- solera inferior (1),
- solera superior (3),
- pie derecho (2),
- peinazo transversal corta fuego (4),
- jamba o pierna para marco de puerta o ventana (5),
- dintel o cabezal para marco de puerta o ventana (6),
- alfeizar pieza que completa el marco de una puerta o ventana (7),
- puntal de dintel o frailes (8), y,
- peinazo vertical o “muchacho” (9).

La solera inferior se clava a los pies derechos y a los peinazos verticales y éstos últimos a los demás elementos. Su función principal es la de bajar y distribuir las cargas verticales hacia la plataforma del piso y esta a su vez a la cimentación. La solera inferior va sujeta por medio de pernos o espárragos empotrados en la cimentación como se muestra en la figura 173.

Cuando la solera inferior va asentada directamente en la base de concreto de la cimentación, dicha solera debe impregnarse con preservadores (sales CCA), para garantizar su resistencia y durabilidad. Entre el concreto y la madera se debe colocar una barrera contra la humedad de fieltro asfáltico.

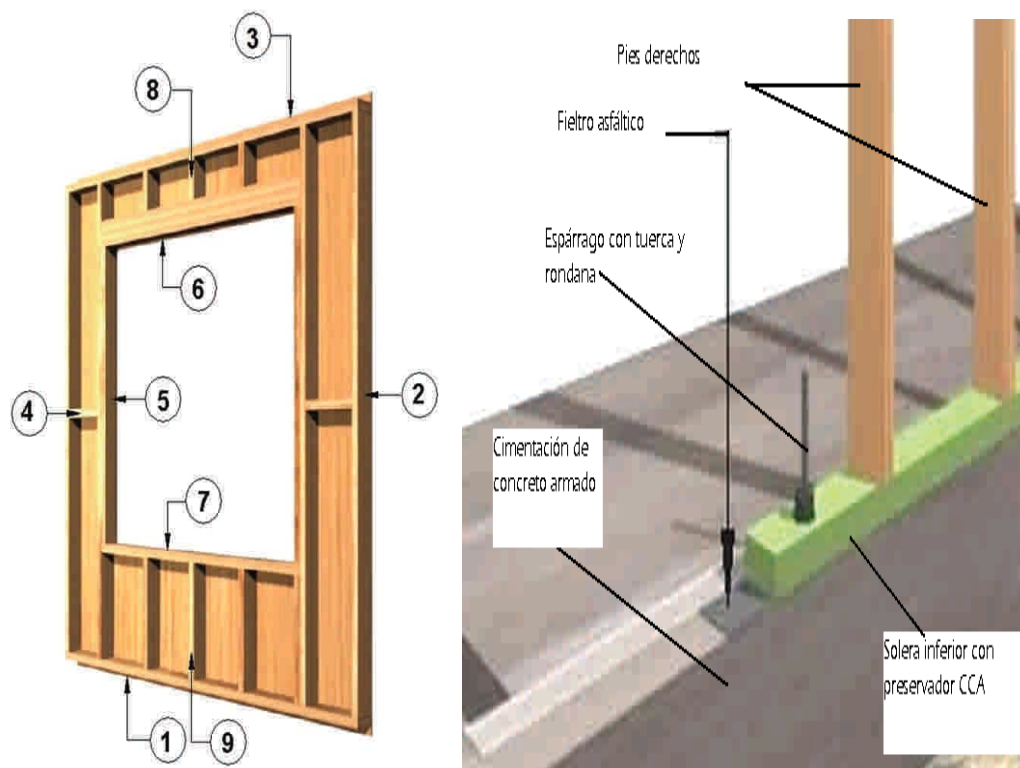


Figura 173. Elementos de un muro vertical y solera sujetos a la cimentación con pernos o espárragos.

Si la solera va colocada directamente sobre la plataforma de madera, cuya cimentación es a base de pilotes de madera, entonces dicha solera se debe clavar, atornillar o fijarla con pernos de metal, roldana y tuerca, para fijarla. En su conjunto la solera inferior, los pies derechos, los peñazos corta fuego y solera superior, cumplen con la función de transmitir las fuerzas verticales a la cimentación, así como evitar que los gases producto de la combustión de la madera no asciendan.

Con la finalidad de que los muros de madera cumplan con la función para la que se proyectaron, se necesita que tengan elementos arriostrantes, ya que sin estos no presentaría resistencia a la tensión o a la deformación lateral que son el resultado de las fuerzas dinámicas. Una solución es colocar piezas de madera diagonal dentro de los planos de la estructura del muro o tensores de metal (cable de acero), figura 174.

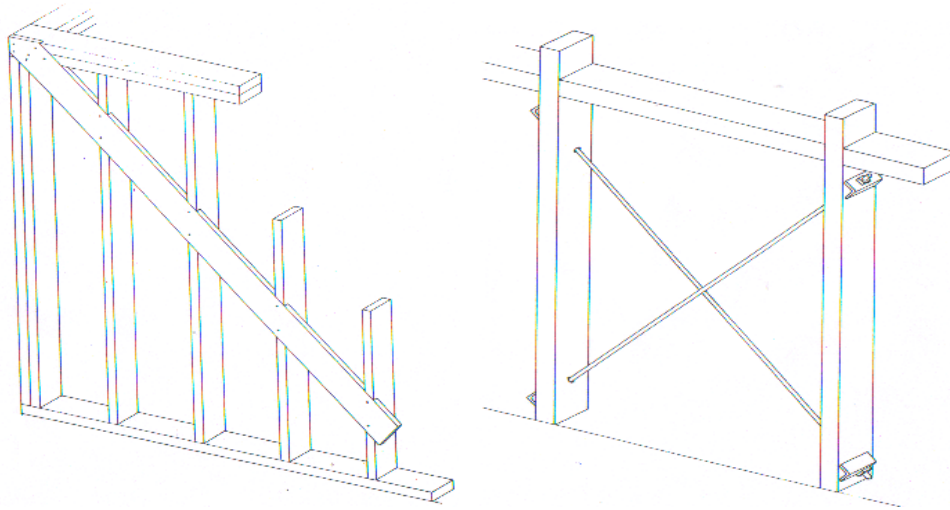


Figura 174. Diagonales arriostrantes de madera y metal

Se recomienda utilizar las siguientes medidas mínimas nominales, en escuadrías para muros estructurales:

- para muros de vivienda de un piso utilizar, madera de dos pulgadas por tres pulgadas.
- Para muros de vivienda de dos pisos, utilizar madera de dos pulgadas por cuatro pulgadas.
- Par muros de dos pisos de vivienda, utilizar madera de dos pulgas por tres pulgadas.

Los muros no estructurales (muros divisorio), pueden ser de la misma escuadría o menor que la de muros estructurales. Recordemos que estas medidas deberán ser comprobadas por el cálculo estructural.

Generalmente el ensamble y la unión de estas piezas de madera se hace mediante clavos de dos a tres pulgadas, cumpliendo con cierto espaciamiento entre ellos (NTC). Aplicando el adhesivo para madera, en el proceso de montaje de los muros con las plataformas, la unión debe realizarse dependiendo del espesor a unir y en muchos casos debe hacerse utilizando pernos de metal o espárragos, de tal forma que soporte las fuerzas de succión, asegure una buena transmisión de fuerzas verticales y un soporte adecuado a las cargas dinámicas laterales.

Para aumentar la resistencia a las fuerzas laterales y que además cumplan una doble función, arriostramiento y de revestimiento, se utiliza duela machihembrada o traslapada clavada o atornillada, colocada en forma diagonal, vertical y horizontal, así como tableros de madera contra chapada, como muestran las siguientes figura 175.

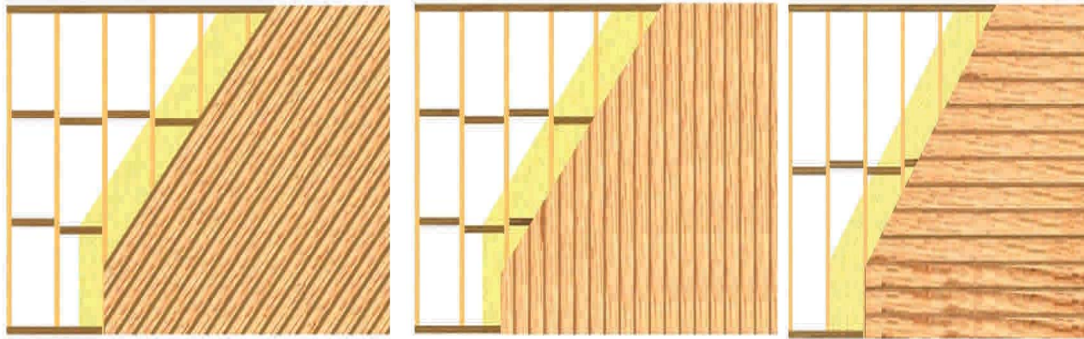


Figura 175. Arriostramiento y revestimientos al interior y exterior de muros estructurales y divisorios.

Los tableros de madera contra chapada han sido incorporados como principal elemento arriostrante, debido principalmente a que tiene mayor eficiencia estructural, mayor rendimiento y es económico. Aumenta la rigidez en caso de unir las piezas a base de cortes a media madera, mejora su comportamiento ante los sismos, requiere un menor uso de madera para armar el muro.

A modo de ejemplo se dan algunas medidas para levantar el muro de primer y segundo piso, sin que ello sea una limitante en cuanto a la altura, si ese es el caso debe sustentarse por el cálculo estructural, figura 176.



Figura 176. Altura del primer y segundo nivel con muros de madera sentados sobre cimentación de concreto

VI.3 Armado de piso.

Los pisos o plataformas a base de entramados de madera tienen la función de recibir las cargas del peso propio de la estructura, las cargas vivas y los esfuerzos laterales debidos a vientos y sismos. Todas estas fuerzas son transmitidas por el piso hacia la cimentación y al estrato firme del suelo.

Según su función y posición, estos entramados horizontales pueden ser el piso, el entrepiso, el cielo raso, estructuras con dimensiones según el cálculo estructural. Estas estructuras pueden ser flexibles o semirígidos. Los primeros no siempre soportan adecuadamente los esfuerzos horizontales, mientras que los segundos si y generalmente son los que se usan en viviendas a base de estructuras de madera. Otro sistema completamente rígido es aquél en el cual se desplanta una losa de concreto armado, figura 177.

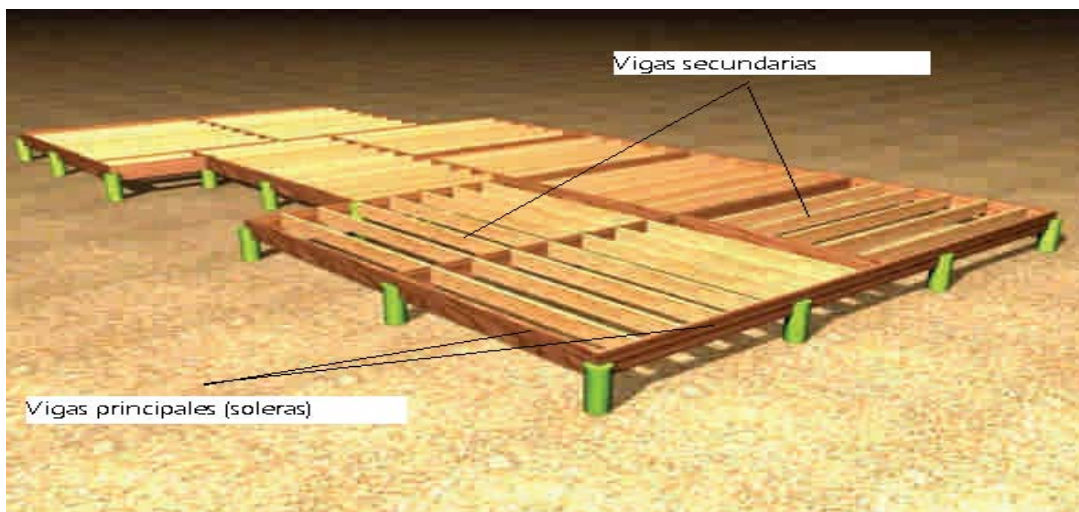


Figura 177. Entramado de madera, para el primer piso.

Elementos de un piso semirígido.

Existen elementos denominados vigas principales, salvan grandes claros, trabajan principalmente a flexión y a esfuerzo cortante, y se colocan en la periferia de la estructura. Las denominadas vigas secundarias son elementos de la misma sección que las vigas principales y se colocan perpendicularmente a éstas.

El entramado se refuerza mediante peinazos (elementos de la misma sección que las vigas secundarias) colocadas perpendicularmente a estas, ayudando a su rigidez, figura 178.

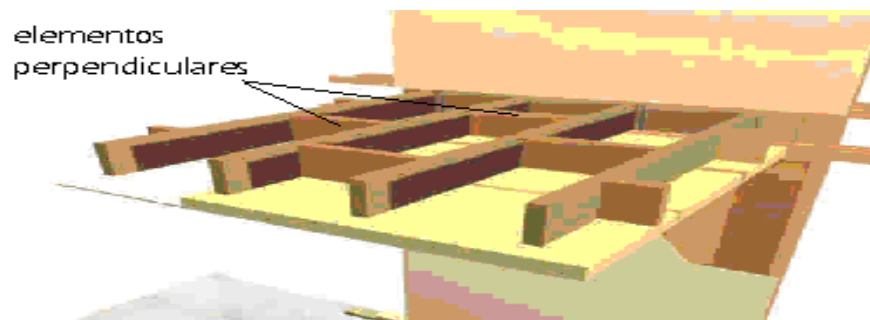


Figura 178. Elementos perpendiculares unidos a las vigas secundarias.

Se recomienda colocar elementos de madera colocados diagonalmente sobre la periferia (riostras), que permiten aumentar la rigidez. Ayudan a repartir las cargas y sobrecargas, evitando deformaciones laterales y alabeos, sirviendo como base para la colocación de tableros o duelas, figura 179.

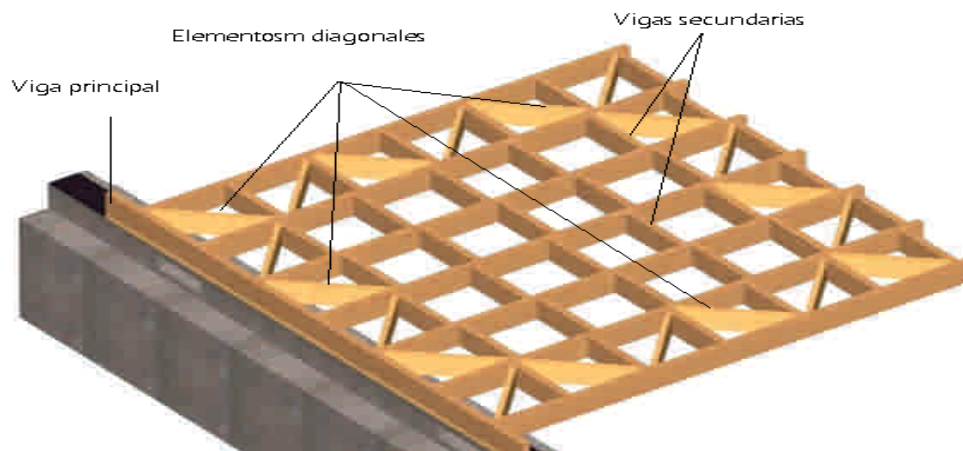


Figura 179. Riostras diagonales colocadas en el perímetro del claro.

Al colocar listones de madera en forma de Cruz de San Andrés, aumenta de igual forma la rigidez del entramado estas piezas suelen fijarse con clavos de 3 ½ pulgadas, de la misma forma si se coloca cinta de acero galvanizado colocado diagonalmente atornillado o clavado sobre la madera. Para colocarla se debe realizar un rebajo en la madera del mismo grosor que la cinta.

Se recomienda colocar la duela como riostras diagonales a 45°, utilizando clavos corrugados o lisos de 1½ a 2 pulgadas para fijarla. El espesor de la duela depende de la distancia entre las vigas de apoyo, como ejemplo, si hay una separación de 40 cm se recomienda utilizar duela de un espesor de ¾ de pulgada, con un ancho máximo de 12.5 centímetros. Sí se requiere mayor adherencia y rigidez, se puede utilizar adhesivo para madera. Este sistema se utiliza tanto en el primer piso como en el entrepiso, aprovechando para colocar protección termo-acústica con placas de poliuterano, figura 180.

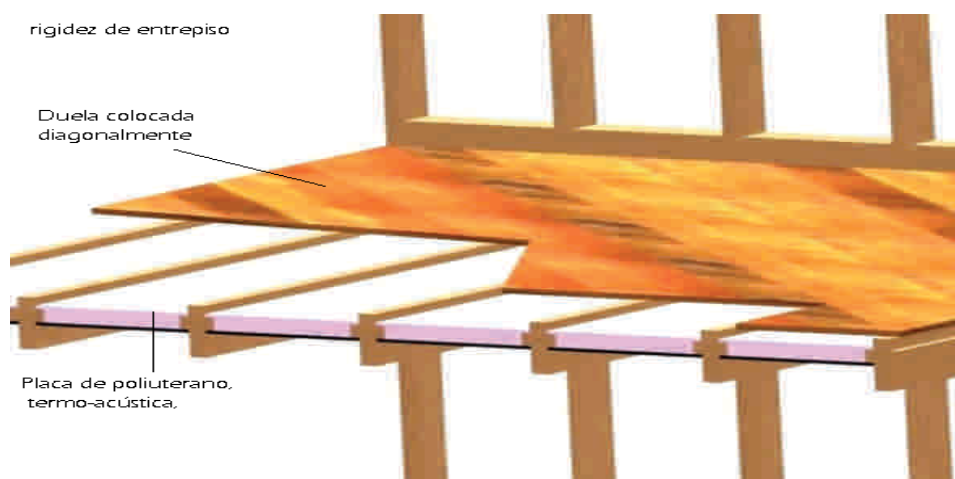


Figura 180. Riostras de madera diagonal en entrepiso.

Tableros de madera contrachapada, aglomerada, de partículas orientadas (OSB), o de MDF.

Este método es muy práctico por la facilidad y rapidez de colocación, ya que se cubren áreas grandes de inmediato. Se puede usar taladro o atornillador para fijarlo, lo que le da una mayor rigidez a diferencia de los sistemas anteriores. Se recomienda traslaparlos y que cada junta lateral o cabeza de tablero, coincida con las vigas principales, secundarias o riostras. Para fijarlo pueden usarse clavos, tornillos o pijas para tablarroca, en combinación con pegamento para madera.

Los clavos o tornillos se colocan separados una magnitud igual a diez veces el espesor del tablero. En los bordes y en las zonas centrales veinte veces; si lleva adhesivo la distancia debe aumentarse en un 50%. Los fabricantes de tableros recomiendan un espesor, dependiendo de la distancia de separación de las vigas del entramado, como muestra la tabla 29.

Distancia entre vigas	Tablero contrachapado	Tablero OSB, aglomerado.
41	15	15
51	15	15
61	19	19

Tabla 29. Espesor del tablero en función de la distancia entre vigas.

Las vigas de entrepiso son elementos de sección igual a las del piso, formando el mismo entramado. La superficie superior suele revestirse con duela colocada diagonal o perpendicularmente a las vigas secundarias. En la parte inferior también suele revestir con madera, colocando antes una capa de polietileno como aislante termo-acústico, figura 181.

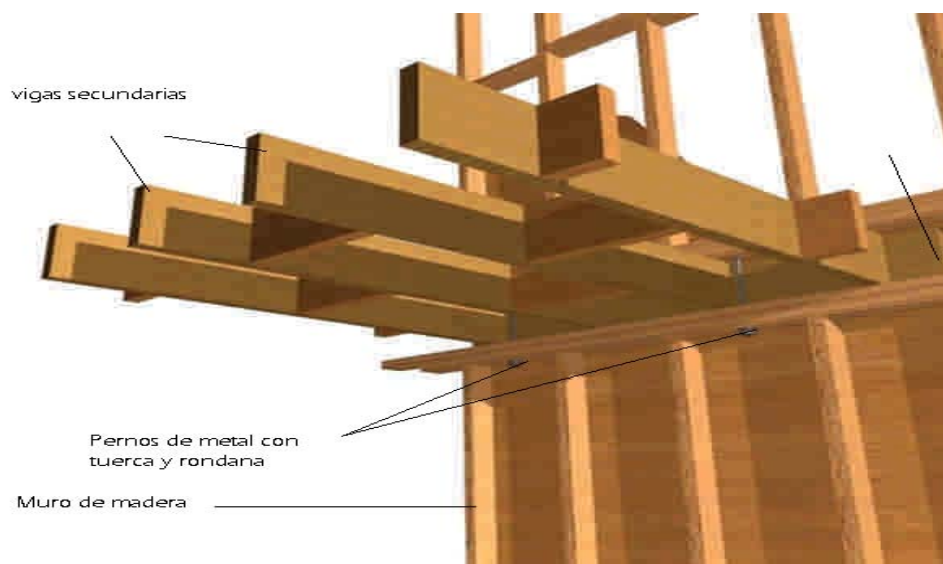


Figura 181. Vigas de entrepiso.

Si la techumbre termina en dos aguas como muestra la figura 182, suele armarse con las denominadas vigas a cielo raso que van por pares, las cuales se unen mediante correas de menor sección que los elementos del entrepiso a su vez unidas con clavos. Este espacio suele usarse para guardar cosas de poco peso.

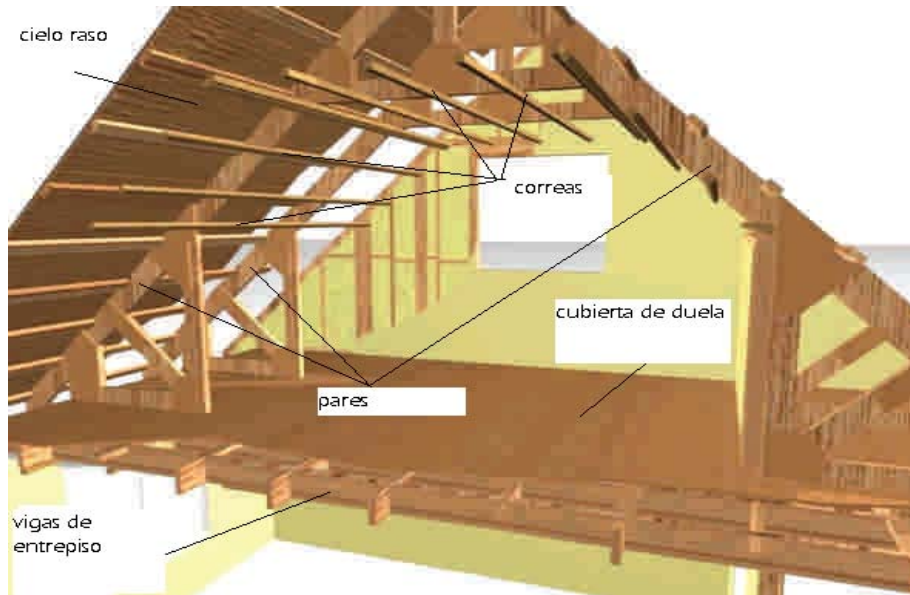


Figura 182. Elementos del cielo raso formado por la techumbre.

Pisos en losa desplantada sobre el suelo.

En países como los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá o Finlandia, es común desplantar losas de concreto armado sobre el suelo si es que la pendiente lo permite. En ésta se empotran los pies derechos de madera maciza para formar la estructura de la construcción. Dichos pies derechos llevan un corte en forma de espiga mientras que en la losa se hace la caja quedando así unidos, figura 183.

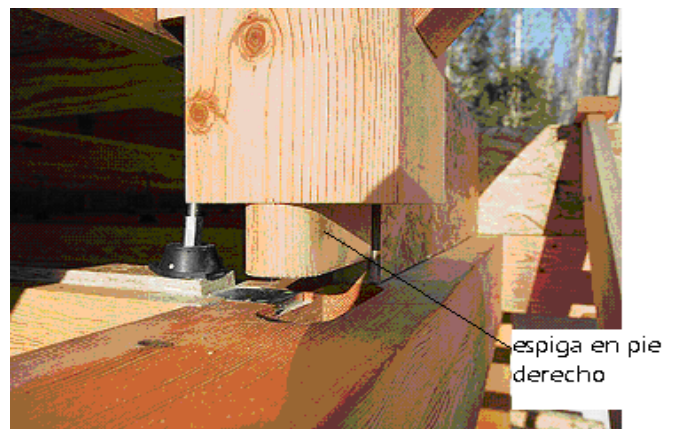


Figura 183. Pies derechos empotrados en losa

Cubiertas forradas de tablas.

Las plataformas (entramados o cubiertas estructurales) para una estructura de madera, se puede hacer con diferentes productos, a saber: tablonés, tablas de madera maciza y tableros de madera contrachapada, (MDF) o bien de fibras orientadas (OSB).

Cubiertas formadas con tablas.

Antes de que surgieran los tableros de madera contrachapada, la mayoría de las cubiertas para techo y piso se hacían con tablas de $\frac{3}{4}$ de pulgada, con una serie de interconexiones en los bordes creadas a base de juntas machihembradas. Este sistema se sigue usando solo en regiones donde la mano de obra es barata y la madera está disponible a bajo costo, figura 184.

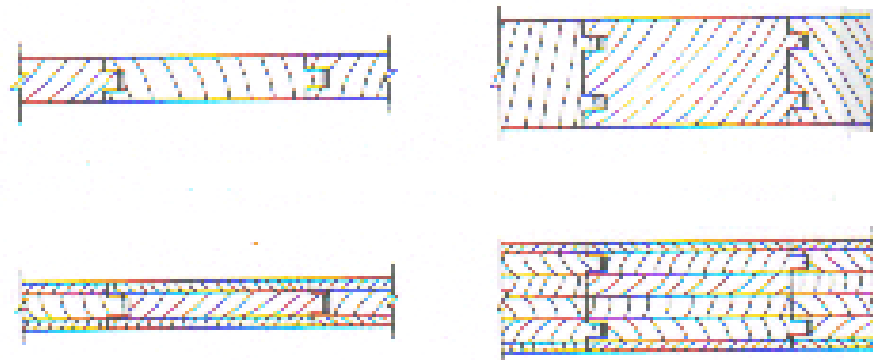


Figura 184. Tablas y tablonés machihembradas.

Cuando las tablas o tablonés se instalan perpendicularmente a los apoyos, forman un diafragma horizontal eficiente y altamente resistente ante las cargas laterales. Sin embargo se tienen mejores resultados al colocar esta cubierta a un ángulo de 45° con respecto a los apoyos generando una rigidez tipo armadura. Por lo general se reconocen cuatro tipos de claros a cubrir por los pisos de tablas o tablonés: simples, continuo de dos claros, combinación de simple y continuo de dos claros y aleatorio controlado. Cabe mencionar que los tres últimos mencionados son los más rígidos, figura 185.

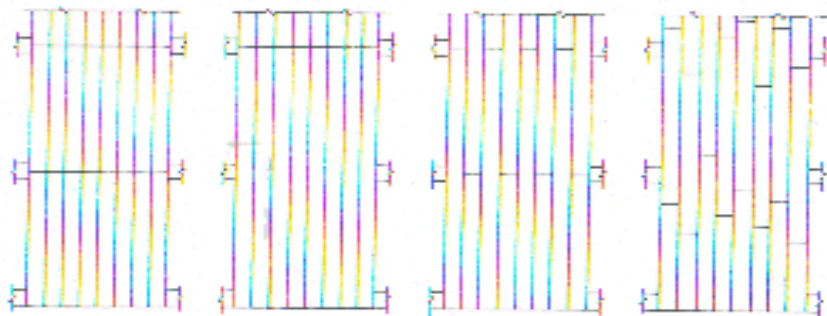


Figura 185. Cubiertas de tablonés

El piso se coloca directamente sobre la losa, sin embargo hay que realizar algunos trabajos previos para evitar que la humedad este en contacto directo con la madera. Se recomienda realizar las siguientes actividades en el orden como se mencionan:

- impermeabilizar la superficie de concreto,
- colocar tiras (correas) de madera atornillados sobre la losa, con una separación de cuarenta centímetros, dependiendo del espesor de la tira se hacen algunas recomendaciones indicadas en la tabla 30, y,
- colocar la cubierta, que pueden ser tableros de madera contrachapada, aglomerados, o duela de pino de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

Espesor de la tira	Distancia entre apoyos
de 20 a 25 mm	< 35 mm
38 mm	de 35 a 45 cm
50 mm	de 45 a 60 cm

Tabla 30. Distancia entre apoyos.

En México se acostumbra que una vez colada la losa, se colocan vigas de sección macizas que se pueden fijar de diferentes formas, como se muestra en la figura 186. Hay que recordar que para evitar la degradación de la madera por humedad o por insectos es favorable aplicar CCA, pentaclorofenol o creosota.

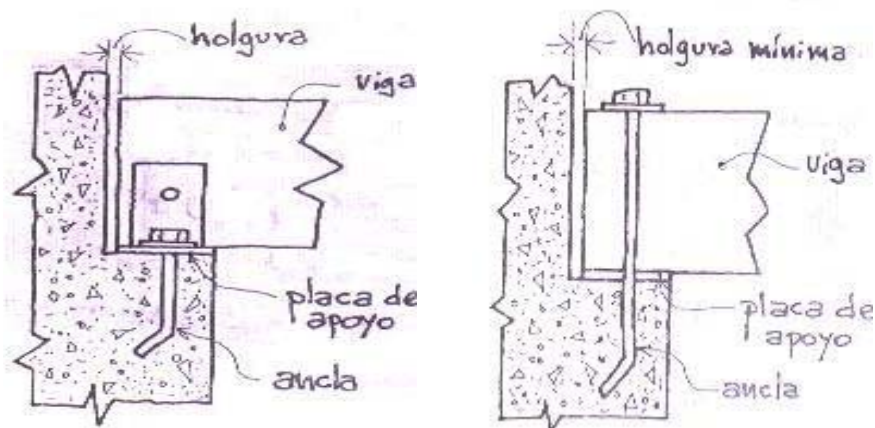


Figura 186. Vigas macizas apoyadas y sujetas sobre concreto.

VI.4 Normas técnicas para la instalación eléctrica, sanitaria y contra el fuego.

La instalación eléctrica.

Se basa en las Normas técnicas para instalaciones eléctricas que estén en vigor y supervisadas por la Secretaria de Energía a través de las unidades verificadoras en instalaciones eléctricas, que a su vez están regidas por el Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas (CIME).

Este capítulo trata de dar una serie de recomendaciones complementarias para realizar las instalaciones correspondientes, a saber:

- todo material con el que se ejecute la instalación deberá ser de calidad,
- la mano de obra será con personal competente y de amplia experiencia,
- el proyecto de la instalación eléctrica deberá ser aprobado, por la Secretaria de Energía, de acuerdo con los requisitos que fije el reglamento respectivo vigente,
- las instalaciones deben ser de preferencia ocultas, ya sea en muros, pisos entrepisos y cubiertas, y,
- en los planos indicarán las especificaciones, así como los detalles para la ejecución de los trabajos.

Especificaciones sobre tuberías:

- las tuberías de alimentación y de derivación serán de tubo metálico de pared delgada, cuando se trate para interiores y tuberías de poliducto,
- para exteriores es decir para intemperie deberá ser de acero galvanizado pared gruesa,
- la tubería tendrá un diámetro mínimo de media pulgada y deberá estar perfectamente sujeta a la madera,
- en cuanto a la capacidad de este diámetro solo se llenara hasta un 40% , quedando libre el resto,
- los conductos estarán completamente separadas del agua, para evitar daños en caso de fallas,
- si los conductos tienen que atravesar secciones de madera, deberá calafatearse con un material aislante incombustible (lana mineral), con la finalidad de no disminuir la resistencia de la madera,
- cuando los conductos sobrepasan los dos metros de longitud deben llevar una caja de registro intermedia, las tapas de estos registros deben estar debidamente colocadas, figura 187,
- toda tubería que llegue al registro se acoplará con contratuercas y un monitor, los extremos de las tuberías deben taponarse en sus extremos evitando se introduzcan objetos extraños que impidan el cableado,
- los conductos para instalaciones especiales deberán quedar preparadas con una guía de alambre galvanizado,
- las tuberías que pasen por los plafones (cielo raso) o techumbres deberán quedar fijas con tornillos, abrazaderas o soleras, figura 191,
- deberán procurarse respiradores en las tuberías, con la finalidad de evitar condensaciones que puedan dañar los materiales aislantes de los conductores y causen cortos circuitos, y,
- las instalaciones exteriores deben pintarse de color gris para indicar que se trata de conductores eléctricos.

El alambrado.

A continuación se dan algunas recomendaciones para realizar el alambrado de la instalación eléctrica:

- no se permiten empalmes entre cajas, es decir todo conducto será continuo, en caso de que se hagan conexiones estas deberán ir soldadas y aisladas con cinta de aislar plastificada,
- el calibre mínimo de los conductores será del No. 12 AWG o dependiendo de las especificaciones de los planos,
- para timbres se usará un calibre No. 20 AWG,
- el forro de los conductores será de diferentes colores, según el reglamento de obras e instalaciones eléctricas, con la característica de ser antinflama,
- para que los alambres y cables deslicen fácilmente se permite el uso de talco, se prohíbe el uso de grasas, y,
- el alambrado deberá soportar las pruebas de resistencia del aislante de acuerdo a la tabla 31, para valores mínimos.
-

Calibre del conductor	Resistencia del aislante en MΩ (para conductores con aislamiento de 600 V)
No 12 AWG o menores	1.000
No 10 AWG al No 8 AWG	0.250

Tabla 31. Calibres de conductores.

Tableros, interruptores y accesorios.

A continuación se dan algunas recomendaciones para realizar la colocación de tableros, interruptores y accesorios en la instalación eléctrica:

- se colocará un interruptor general de corriente eléctrica, para accionarse en caso de emergencia,
- se instalará en la entrada de la casa un tablero equipado con interruptores termo magnéticos,
- se instalará una caja metálica con fusibles de cartuchos de 120 V a 20 A. El amperaje dependerá de la carga de demanda la cual se considera el 60% de la carga instalada,
- los tableros y cajas se fijarán en los muros,
- los medidores o wathhorímetros se instalarán en lugares apropiados,
- los apagadores o contactos se colocarán en travesaños colocados entre los pies derechos y las placas serán de baquelita, figura 187,
- los apagadores, contactos y porta-lámparas y demás accesorios deberán tener la capacidad adecuada según el circuito al que pertenezcan,
- por norma general, los apagadores se colocarán a una altura de 1.20 m del NPT (nivel de piso terminado), y finalmente,
- los planos de la instalación eléctrica se presentarán en planta, en los que debe observarse la localización de salidas para lámparas incandescentes, contactos, apagadores, interruptor de cuchillas y los centros de carga según el número de circuitos que se tengan.

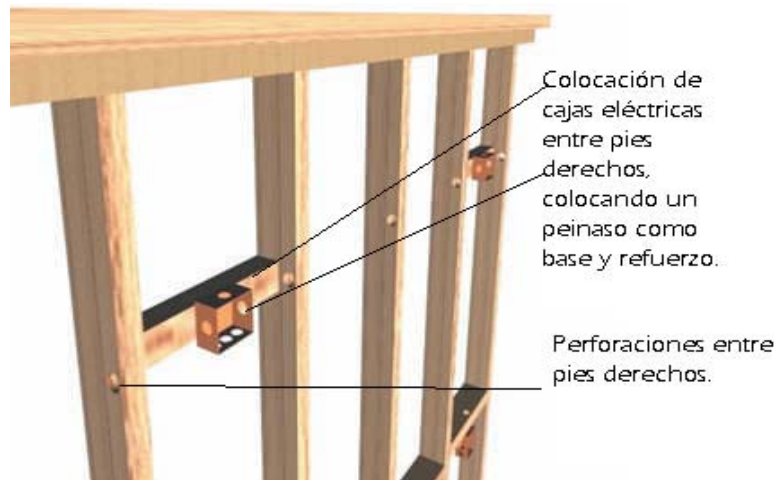


Figura 187. Caja de conexión entre pines derechos colocada sobre una base de madera .

Servicio y dotación de agua.

Con el propósito de realizar una adecuada instalación hidráulica, se sugiere tomar en cuenta lo siguiente:

- considerar una dotación constante y suficiente de agua, para combatir incendios,
- verificar con las autoridades correspondientes la posibilidad de colocar hidrantes contra incendios, y,
- tomar en cuenta para el diseño información previa de suministro, el gasto, presión, continuidad del flujo, potabilidad y dotación de agua suministrada por habitante en la red de abastecimiento.

Tuberías para el abastecimiento y distribución de agua potable.

- Las tuberías de alimentación serán de acero galvanizado, con conexiones desde un metro fuera del terreno hasta la entrada de la vivienda,
- la distribución dentro de la vivienda será de cobre o tubería plástica,
- de ser posible las tuberías se colocarán exteriormente, con la finalidad de poder descubrir y reparar las fugas de agua,
- es importante mantener aislada la madera de las tuberías que conduzcan vapor de agua o aire caliente, ya que con el tiempo la madera puede llegar a carbonizarse provocando una combustión espontánea,
- las tuberías de desagüe y ventilación se probarán a una presión hidrostática no menor a tres metros de columna de agua, medida a nivel de cada piso. Esta presión se mantendrá por 60 minutos, mientras que las tuberías de alimentación se probarán para una presión de hidrostática de 7 kg/cm^2 , sostenida por lo menos 6 horas,
- las tuberías deben permanecer llenas a una presión de trabajo con la finalidad de observar fallas. Una vez instalados los muebles debe comprobarse que sus alimentaciones y desagües no tengan fallas y drenen perfectamente, y,
- debe cuidarse de que las conexiones, además del diseño de instalación, su funcionamiento sea el adecuado.

Instalación de gas L.P y natural.

Para realizar este tipo de instalaciones se recomienda atender a las siguientes indicaciones:

- localizar la ubicación de los aparatos de alto consumo. Los sitios elegidos deberán tener una ventilación adecuada, que impida una contaminación de gases producidos por la combustión,
- evitar que existan corrientes de aire que puedan apagar los pilotos,
- de preferencia los aparatos de consumo serán del tipo móvil, como la estufa,
- la estufa estará conectada a la tubería de servicio por un rizo de cobre flexible de longitud de metro y medio, que se instalará en una válvula de paso (regulador),
- los calentadores de agua se instalarán siempre al aire libre, nunca deben instalarse dentro de recámaras o cuartos de baño, y,
- si los calentadores se localizan en cocinas o nichos se tiene que garantizar una ventilación que desaloje los gases producidos por la combustión. Para ello se colocará una chimenea, respetando las especificaciones del fabricante.

Abastecimiento de gas.

El abastecimiento de gas se puede dar de la siguiente forma:

- almacenamiento, este se hace en dos tipos de recipientes, el portátil con capacidades de 20, 30 y 45 kilogramos, mientras que los llamados estacionarios son de capacidad de 300 kilogramos en adelante,
- la localización para los dos tipos de recipientes deberá ser a la intemperie, con una amplia ventilación. Deben estar colocados sobre un piso firme y nivelado. Con una distancia mínima de no menor a tres metros de la flama,
- para instalar un tanque de gas deberá cumplir con tener una gran ventilación y en especial siempre que de hacia el jardín o patios de servicio orientados a la calle, figura 188,

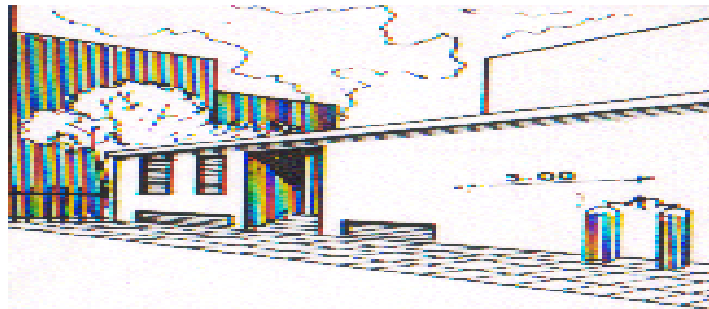


Figura 188. Distancia mínima de los tanques de gas.

- en caso de estar cerca de paredes de madera debe quedar separado por lo menos veinte centímetros. Se puede cubrir con materiales que no propaguen el fuego como lamina metálica o de fibrocemento,
- en cuanto al abastecimiento de gas y el aparato de consumo, el tendido de las líneas procurará tener el menor recorrido posible y la trayectoria de instalación debe ser la que ofrezca la mayor seguridad,
- para la protección de las tuberías, se recomienda utilizar abrazaderas, soportes o grapas, que impidan movimientos accidentales.

- las tuberías no deberán cruzar sótanos, plafones, cajas de cimentación, cisternas, cimentaciones, chimeneas, ductos de ventilación o la parte posterior de los zoclos, lambrines de madera o recubrimientos aparentes,
- las tuberías se someterán a pruebas de hermeticidad antes de ser puestas en servicio, a una presión de 5 Kg/cm^2 , por lo menos durante veinticuatro horas, sin que se registre una caída de presión, y,
- en caso de tuberías aparentes, deberán diseñarse soportes adecuados según el reglamento vigente.

Las figuras 189 y figura 190, muestran las distancias reglamentarias de tanques a contactos, interruptores, calentadores, motores y chimeneas.

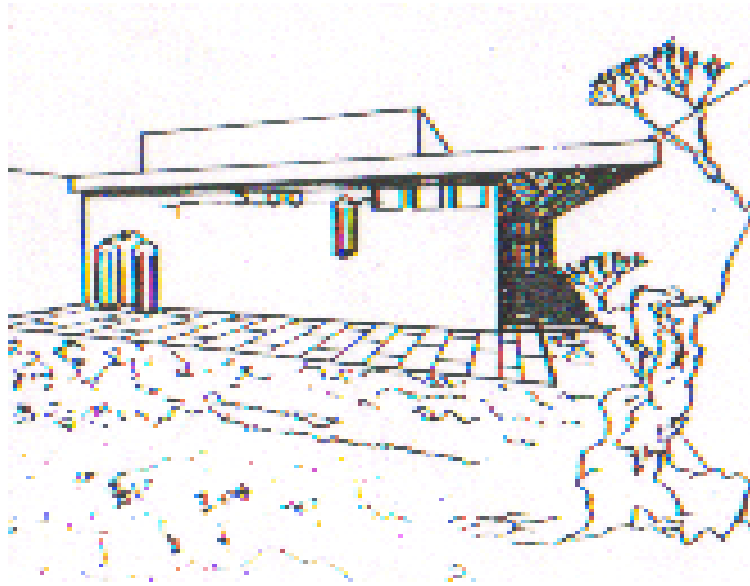


Figura 189. Distancia entre el tanque de gas y calentador de agua.

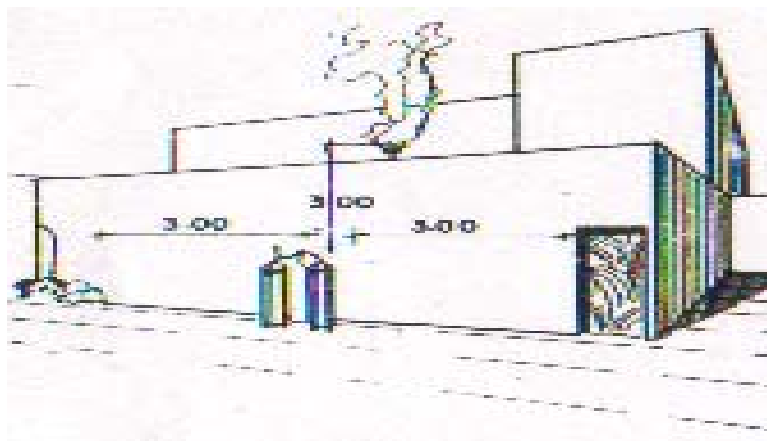


Figura 190. Distancia a las chimeneas.

El fuego.

- Será preciso proteger algunas partes de la construcción con materiales que eviten la propagación del fuego (lana mineral o lana de vidrio),
- se debe evitar la transmisión de temperaturas elevadas a través de los pisos, paredes y techumbres,
- si los pisos de madera son de secciones gruesas, reduce el riesgo de propagación del fuego, y,
- en caso de que la casa este rodeada por jardines, considerar que el pasto seco es un medio de propagación del fuego.

El paso de las instalaciones eléctricas y sanitarias en la madera.

Una de las ventajas de construir una casa de madera a base de entramados, es que surgen una gran cantidad de espacios libres donde pueden ser colocados ductos y cañerías para las instalaciones sanitarias, eléctricas y de gas. Además de que en estos espacios se llenan con materiales aislantes que permiten tener en invierno una temperatura caliente y en época de estiaje una temperatura fresca, todo esto conlleva a un ahorro significativo de energía. El entramado sirve como soporte de estos conductos, ahorrando en mano de obra, materiales y tiempo. Es importante que el trazo final de estas instalaciones quede definido en el desarrollo arquitectónico y estructural que beneficie al proyecto.

Las cañerías o desagües se proyectarán e instalarán paralelamente a pies derecho y vigas principales, y secundarias tanto en piso como en entrepiso. Si no se ha considerado un cielo raso con el espacio para estas instalaciones, deberá tomarse en cuenta la colocación de éste, sin disminuir la altura de 2.30 m. De la misma madera se proyectaran pies derechos y vigas falsos, figura 191.

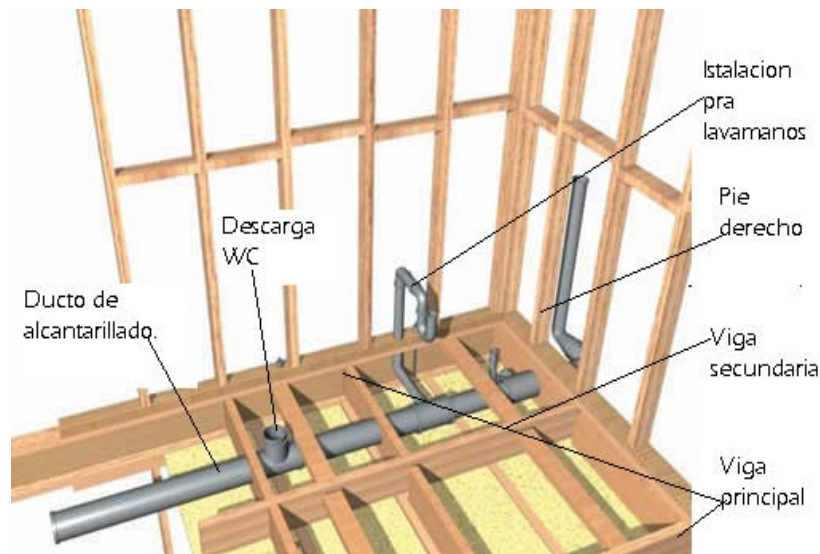


Figura 191. Colocación de cañerías paralelas a las vigas principales y pies derechos.

Deberán identificarse los diámetros mínimos permitidos que atraviesen la madera, según el diseño estructural, así como el refuerzo necesario en aquellos sitios donde se practicaron orificios, rebajos, cortes y anclajes de las tuberías. La colocación de complementos que se incorporarán a la estructura para la instalación eléctrica, como placas metálicas en pies derechos previa perforación, deberán seguir las especificaciones de diseño, figura 192.

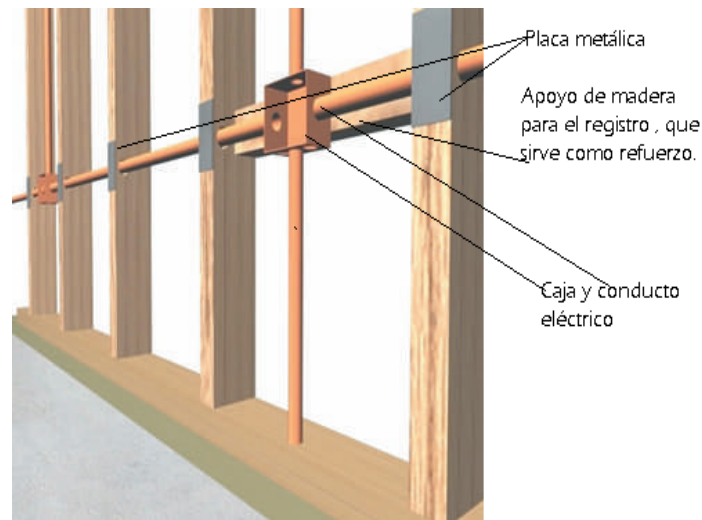


Figura 192. Colocación de placas y soportes de madera, sobre pies derechos.

Los trabajos mencionados se programarán de tal forma que no causen retrasos en la ejecución de lo planeado. Si las cañerías o tuberías no pueden ser colocados paralelamente a las vigas principales deberán construirse cielo raso falso. Tanto las perforaciones como la instalación de la cañería se colocarán inmediatamente después de colocar los muros y vigas de piso y entrepiso.

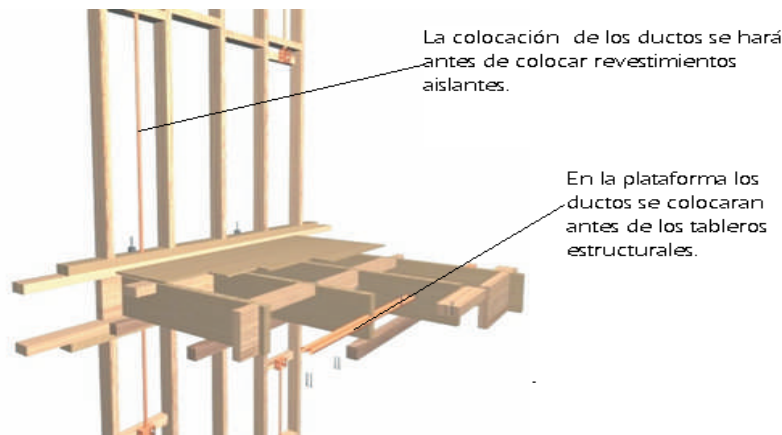


Figura 193. Colocación de tuberías en plataforma y muros.

En caso de que las instalaciones queden a la intemperie, debe procurarse que queden aisladas, con la finalidad de evitar sobrecalentamientos o que llegaran a congelarse. Se recomienda que las cañerías se envuelvan con lana mineral para evitar el ruido causado por la descarga sólidos de agua. Se deben colocar refuerzos de madera para las instalaciones de tuberías de agua así como llaves antes de colocar los revestimientos. Algunas instalaciones requieren de perforaciones hacia el exterior, por lo que será necesario sellar los bordes y así evitar el ingreso de temperaturas menores que cause una condensación afectando de esta manera a los elementos estructurales de la vivienda, figura 193.

Si se requiere la colocación de un cielo raso falso, éste se puede hacer con madera de dos por tres pulgadas, de pino, colocándolo por debajo del revestimiento con un tablero estructural. Si lo que se requiere es instalar un pilar falso, éste se armará a partir de una esquina con un bastidor, colocando a su alrededor un forro de material acústico para después revestirlo con placas de tabla roca, tal como se muestra en la figura 194.

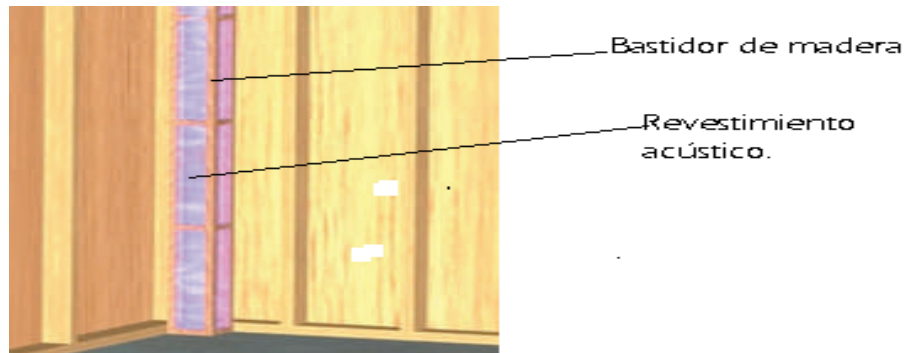


Figura 194. Armado de un pilar falso con un bastidor de madera.

Los cortes en la madera no pueden hacerse en cualquier elemento horizontal o vertical de la estructura, debido a que pueden estar sometidos a cargas de compresión, tensión o flexión, dependiendo de su posición y del sentido de la fibra.

Cortes y perforaciones.

Si los conductos y cañerías requieren de cortes en la madera se considerarán los siguientes criterios:

- una viga sometida a tensión no llevara ningún tipo de corte o perforación,
- los cortes se realizarán en la zona de la viga sometida a compresión localizada por arriba del eje neutro,
- se recomienda que las perforaciones sean de un quinto del alto de la viga, si son muchas perforaciones deberán separarse por lo menos un ancho de la viga, y,
- se considera aceptable hacer las perforaciones dejando el hueco mínimo cinco centímetros al borde más cercano por arriba del eje neutro, figura 195.

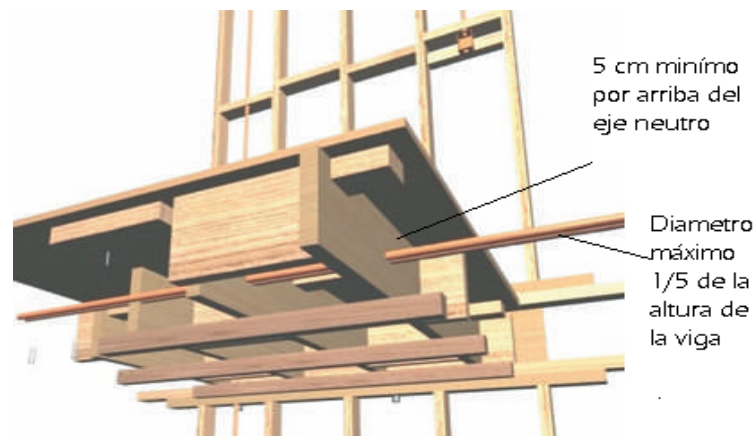


Figura 195. Distancias mínimas para perforaciones en las vigas de pisos y entrepisos.

VI. 5 El techo a base de vigas duela y materiales ligeros impermeables.

EL objetivo de una estructura de madera que forma parte de la techumbre, colocada inmediatamente después del cielo raso del último piso, es ayudar a preservar a la vivienda de los elementos del medio ambiente, a saber: lluvia, viento, calor y nieve, además debe conservar el calor interior. La estructura deberá soportar su propio peso, el del cielo raso y los materiales de recubrimiento, por lo que su elección es un poco complicada, debido a que en ella interviene el diseño arquitectónico, así como los materiales con los que se armará. Se distinguen dos áreas en la techumbre, las pendiente (aguas) , encuentros de techumbres, y por otro lado la estructuración.

Llamamos aguas a las superficies planas o inclinadas que reciben directamente la lluvia o nieve. Las viviendas de madera se diseñan con dos aguas o más. En los países con tradición en la construcción con madera, cuentan con algunas formas especiales llamadas “cola de pato”, con o sin “lucarna”, dependiendo del diseño puede tener una, dos o más, figura 196.

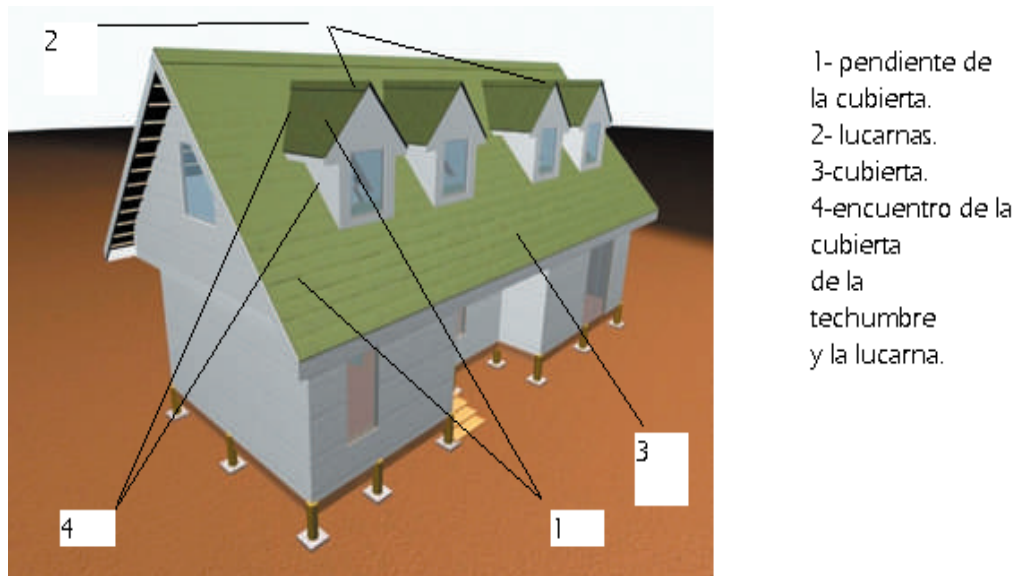


Figura 196. Nombres comunes de una techumbre.

Cuando se diseña una vivienda en la que se combina una y dos plantas con este tipo de techumbres, se recomienda utilizar formas rectangulares de las llamadas I, L, H, T, figura 197.

La pendiente de las aguas esta determinada por las condiciones climáticas del lugar y se da en grados o en porcentaje. Se determina a partir de un plano horizontal, mediante la altura de la cumbrera y la tangente del ángulo. La grafica de la figura 197 muestra la relación entre los grados y el porcentaje.

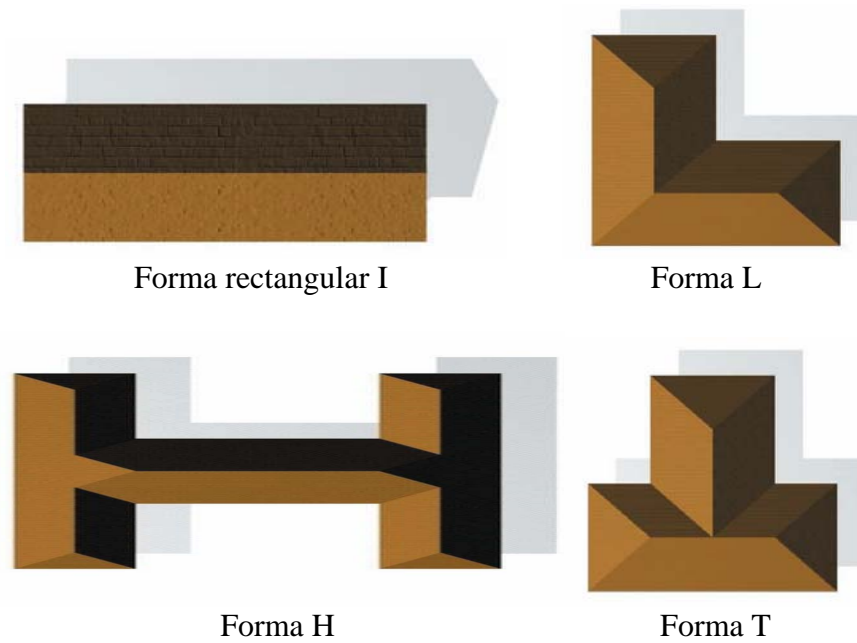


Figura 197. Encuentros entre techumbres, de dos aguas o más.

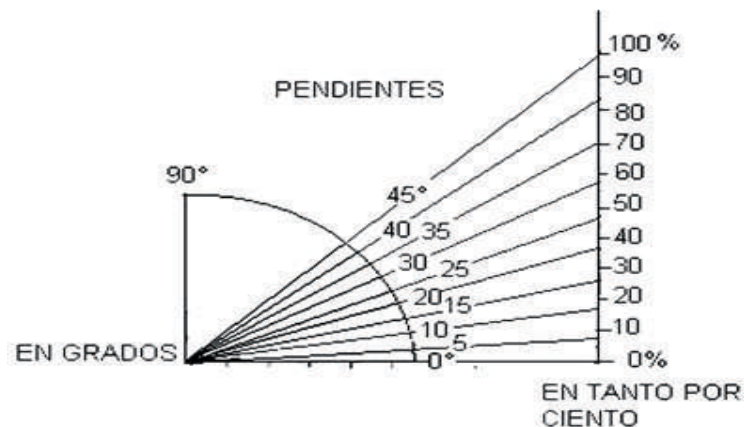


Figura 198. Pendiente de las aguas en grados y en porcentaje.

Toda techumbre debe tener un desagüe adecuado, por lo que no es muy recomendable los techos planos. Se recomienda una pendiente mínima del 3% y en lugares donde se presenten condiciones que den origen a nevadas la pendiente mínima requerida será del 60%, de esta forma se evitará la acumulación de nieve. Si el techo está apoyado sobre los muros, debe prevenirse un buen anclaje para el caso de vientos fuertes. Este sistema de piso plano se usará solo en caso de que se desplante otro nivel. Los largueros son utilizados en claros de cinco metros y la estructura así armada debe trabajar como un diafragma, en caso necesario se debe colocar un tirante si se sobrepasan los cinco metros. Como una vivienda no sobrepasa los diez metros de claro, es la madera el material idóneo por su bajo peso y por su resistencia, pudiendo aumentar esta mediante el traslape de piezas utilizando vigas compuestas, reticuladas, doble T o inclusive con madera laminada.

Por las condiciones del clima en nuestro país, una casa de madera debe sujetarse a los materiales disponibles de la región y el último nivel debe diseñarse en lo posible a dos aguas, con un entramado ligero el cual debe incluir con los siguientes elementos:

- largueros inclinados y tirantes (pares),
- largueros apoyados sobre una viga robusta (soleras superior de amarre),
- la estructura deberá estar arriostrada, y ,
- armaduras triangulares ligeras con pendiente del 25% o mayor, figura 199.

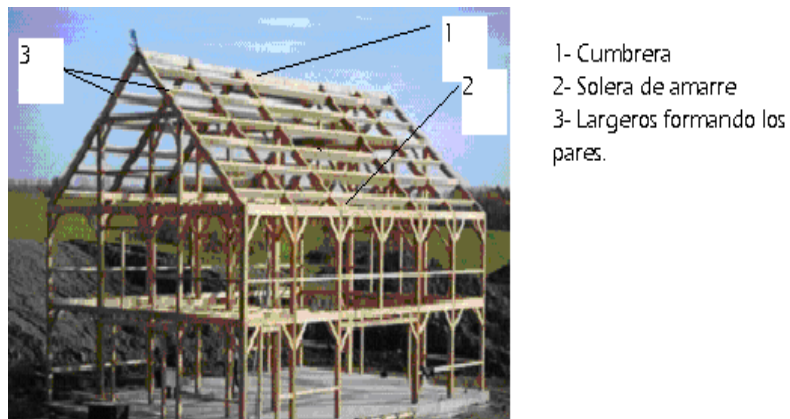


Figura 199. Estructura de techumbre de madera maciza.

Al armar la estructura de la techumbre (tijeral), el encuentro que se da con las diferentes pendientes (aguas) recibe diferentes nombres, a saber:

- cumbrera: arista superior colocada en lo más alto, que separa la intersección de dos aguas,
- limatón: línea inclinada producto de la intersección de dos aguas,
- limahoyas: generación de una pared angosta producto de la intersección de dos aguas y que sirve para desalojar el agua de lluvia,
- frontón: muro que se forma al armar los pares triangulares, y,
- techumbre en forma de cola de pato: prolongación de la cumbrera y de las aguas que divide, formando un alero especial donde se coloca una ventila, figura 200.

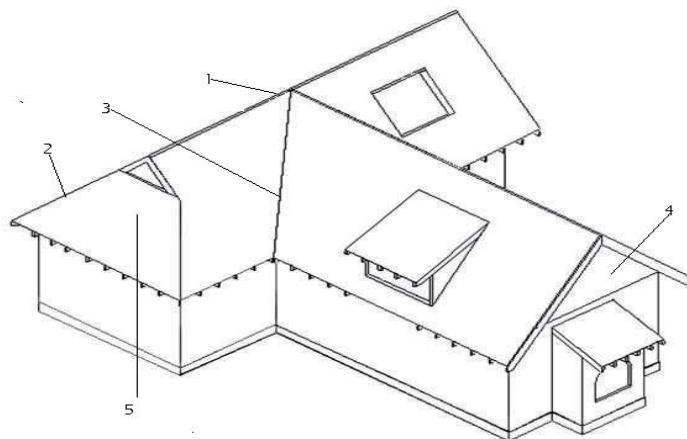


Figura 200. 1) Cumbrera, 2) limatón, 3) limahoya, 4) Frontón y 5) cola de pato.

Dependiendo del diseño arquitectónico el armado de la estructura tendrá dos soluciones: el sistema de cerchas, o el de diafragmas inclinados, una vez hecho el diseño estructural deberán planearse las etapas de construcción y montaje así como los aspectos de seguridad.

Para el diseño estructural se sugieren los siguientes criterios.

- Trazo definitivo de la techumbre, distancia entre apoyos, altura de la cumbrera, dimensiones de los aleros y el sistema de armado de la cubierta.
- Lugar de construcción de la vivienda, para determinar las condiciones del medio ambiente (lluvia, nieve, etc.).
- Identificar las cargas a las que estará sometida la estructura, peso propio, viento lluvia, nieve, sismo, etc.
- Determinación de la escuadría, la especie, contenido de humedad requerida, el tipo de riostras, la distancia necesaria entre los elementos estructurales.
- Una vez determinado el tipo de unión, las cargas y geometría de las secciones, se podrá utilizar algún método analítico.
- Este método determinará el peso de la estructura, la colocación de riostras, tanto horizontales como verticales y la pendiente de la techumbre.

La madera maciza de grandes secciones no siempre está disponible, por lo que se debe utilizar madera de secciones comerciales. Lo anterior facilitará y agilizará la construcción de la techumbre. La figura 201 muestra en primer término la colocación de la estructura, mediante cerchas triangulares que son de fácil y rápida construcción, permitiendo salvar grandes claros (luces). Si las dimensiones requeridas sobrepasan a las comerciales, la madera se puede empalmar o traslapar alcanzando la longitud requerida. El uso de cerchas triangulares libera el uso de muros interiores.

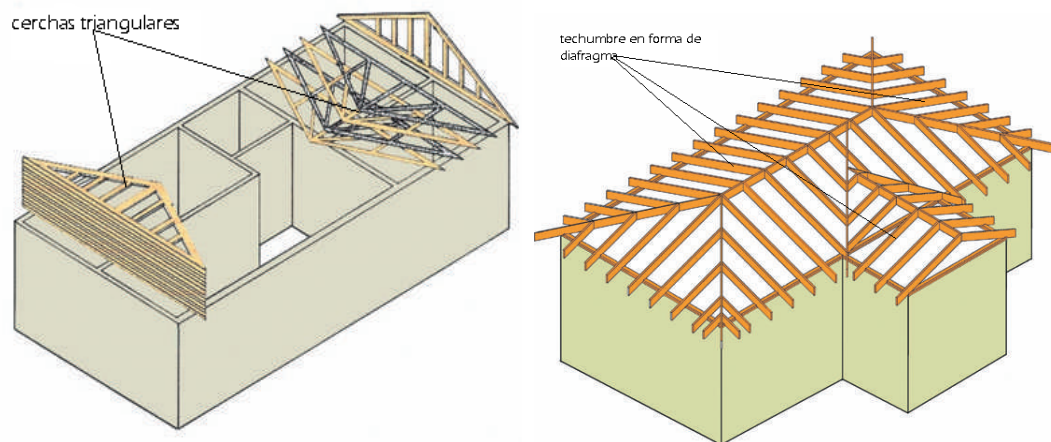


Figura 201. Colocación de cerchas triangulares, y diafragmas inclinados.

Elementos de una cercha triangular:

- par (pieza inclinada),
- tirante (pieza horizontal que une los pares),
- diagonal (pieza de madera que une el par con el tirante),
- montante (elemento vertical que disminuye la luz de los pares), y,
- pendolón (elemento vertical que une la cumbrera con el tirante), figura 202.

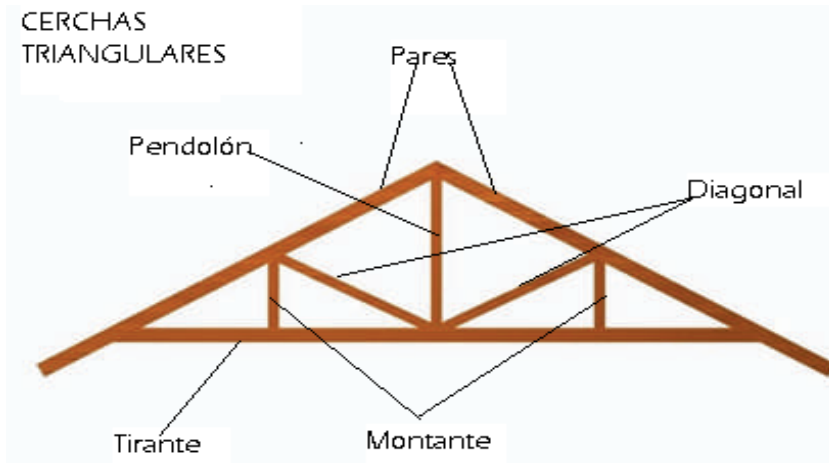


Figura 202. Elementos de una cercha

Tipos de cerchas (armaduras o celosías).

Son estructuras rígidas, formadas por un conjunto de barras unidas entre sí que se encuentran sujetas a fuerzas normales únicamente. Sus formas son variadas, figura 203.

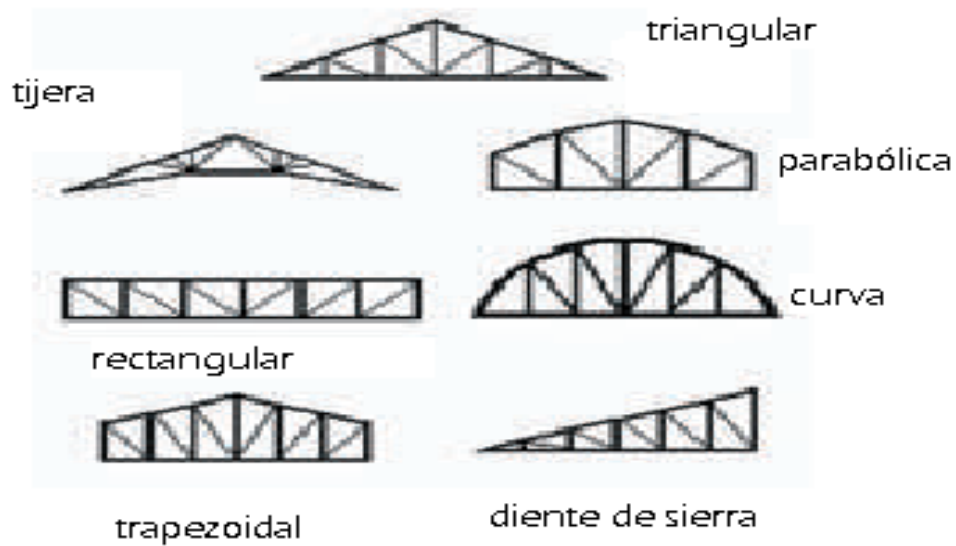


Figura 203. Clasificación de cerchas, por su forma

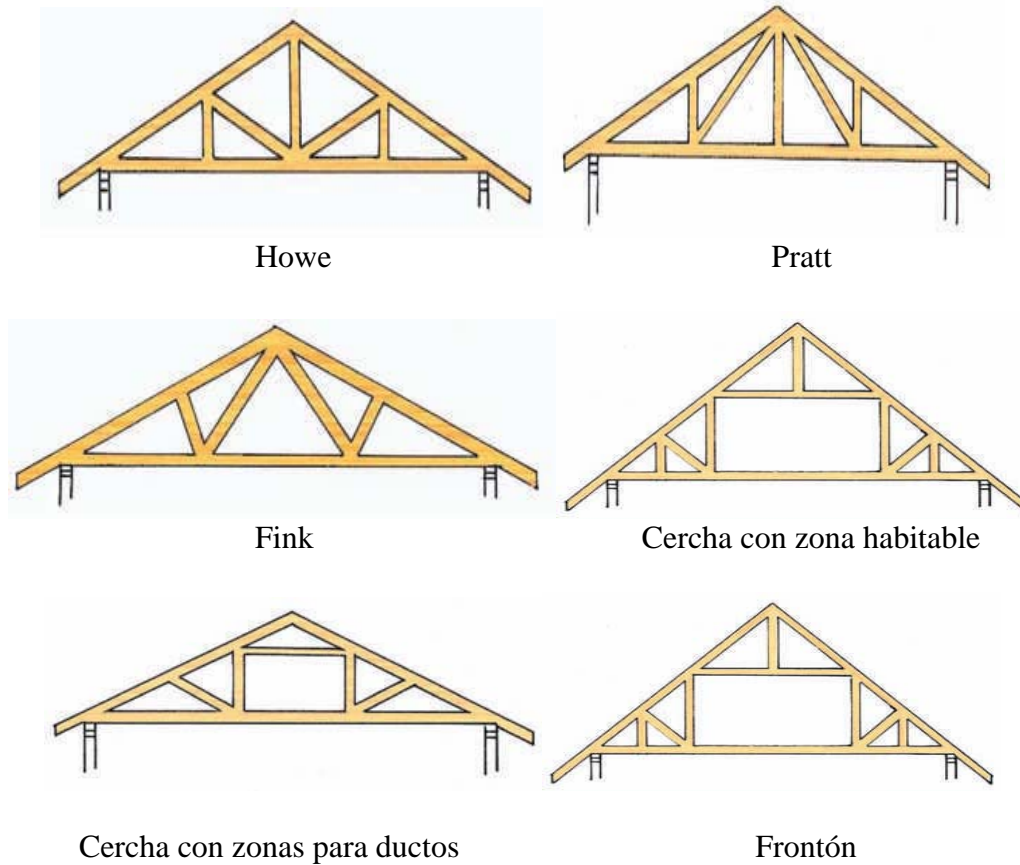


Figura 204. Clasificación de cerchas dependiendo de la distribución de sus piezas.

Como la madera suele ser un limitante, en algunas ocasiones se arman las cerchas triangulares con madera de poca sección en cuanto a grosor sin embargo dependiendo del uso que se le vaya a dar y de las solicitaciones, éstas se identificarán como simples o compuestas.

Cercha simple.

Una cercha de madera simple es aquella donde su armazón ésta en un solo plano. La unión de los nudos se resuelve utilizando placas de madera contra chapada en nudos, unidas con clavos, placas de acero dentadas o perforadas, figura 205.



Figura 205. Cercha simple, placas de madera contra chapada en nudos y placas de acero.

Cercha compuesta.

Es la unión de dos cerchas de madera simples, unidas con clavos, pernos, y otros elementos mecánicos, estos elementos dobles dan mayor rigidez, facilitando su unión al coincidir los ejes neutros de los diferentes elementos, figura 206.

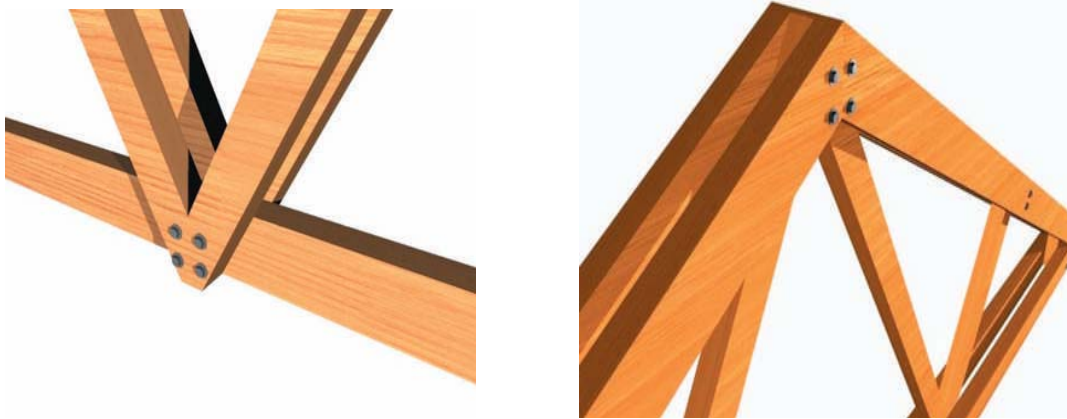


Figura 206. Cerchas de madera con diagonales dobles, y pares dobles.

Los espaciamientos mínimos entre clavos, cuando se utilizan placas de madera contra chapada en cerchas triangulares son:

- entre clavos cinco diámetros,
- al borde cuatro diámetros, y,
- al borde descargado dos punto cinco diámetros.

Trazo de una cercha triangular tipo Fink, cuya construcción permite alcanzar luces de doce a dieciocho metros con seguridad.

- Las medidas de la madera que se va a usar (escuadría) estará determinada por el diseño estructural.
- Trazar a escala natural en una superficie plana los ejes de la cercha.
- En este plano se traza horizontalmente la luz a salvar así como su altura.
- Una vez determinado los ejes del tirante y de los pares, se divide en tres partes iguales la longitud del tirante.
- Se traza una línea paralela al tirante de la misma longitud como se muestra en la figura y se divide en cuatro partes, proyectando estos puntos hasta los pares.
- Se Trazan los ejes de las diagonales, uniendo los puntos trazados sobre el tirante y sobre los pares.
- Sobre este trazo que presenta la madera se van haciendo los cortes para su armado con los elementos de unión antes mencionados.
- De esta forma se cortará la madera para las cerchas que se requieran, figuras 207, 208, 209.

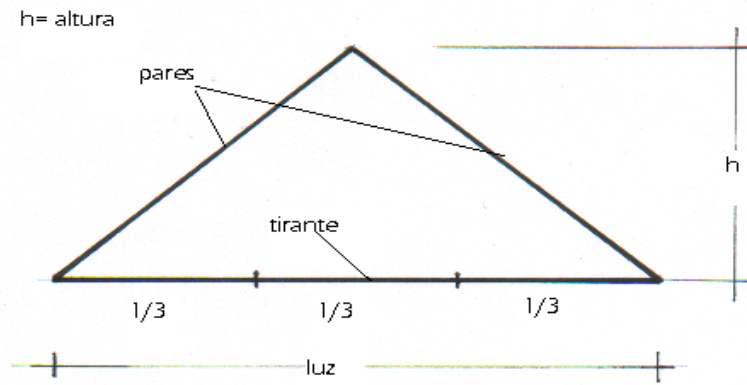


Figura 207. Distribución de la longitud del tirante.

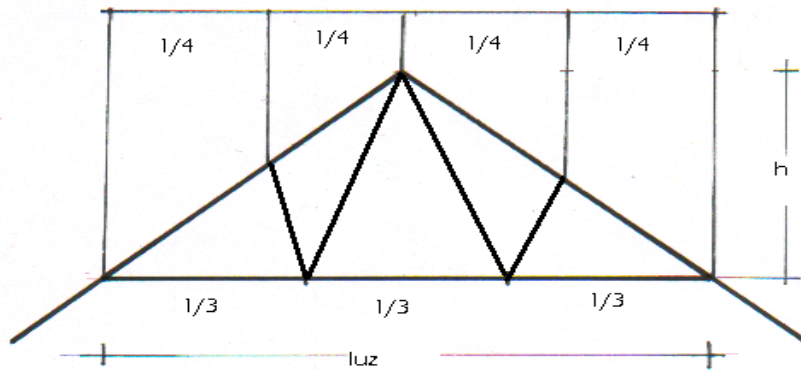


Figura 208. Unión de los puntos del tirante con los puntos del par.

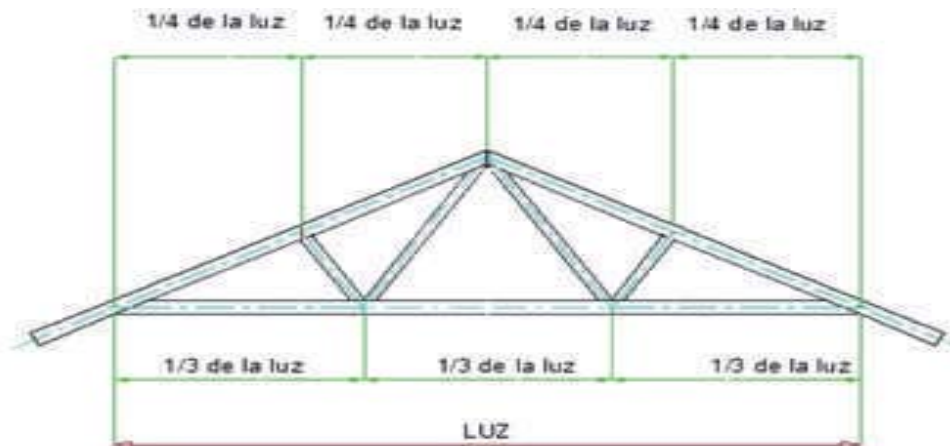


Figura 209. Se sobrepone la madera con los debidos cortes.

Estructura de una techumbre tipo diafragma.

Generalmente cuando se usa este sistema, la madera se corta y se une en el lugar, con la finalidad de evitar pérdidas de material y de tiempo. Es recomendable planificar y hacer un programa de trabajo, en el caso de que se requieran otro tipo de cortes y uniones, figura 210.

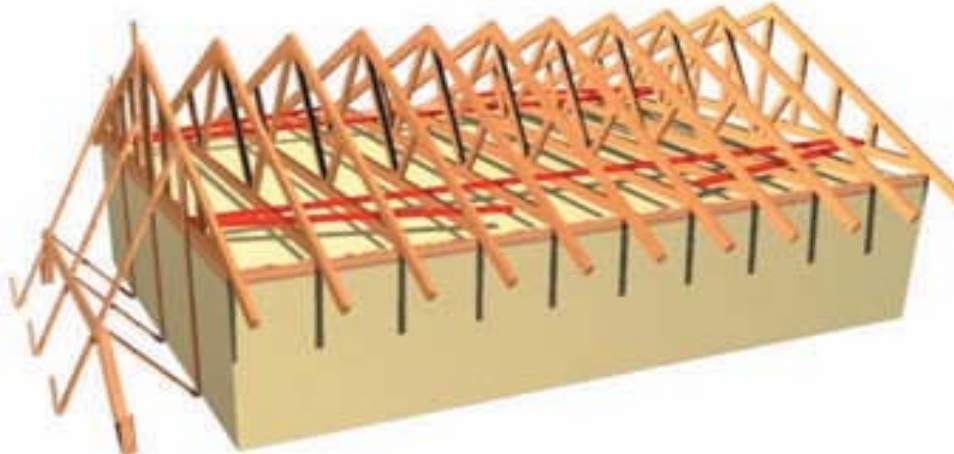


Figura 210. Montaje y arrojamiento de las cerchas formando la estructura de la techumbre.

Un diafragma inclinado es un conjunto de piezas de madera que forman una estructura, se apoya en sus extremos sobre una solera de amarre y esta a su vez sobre los muros que soportan el peso de la estructura. Este diseño es altamente eficiente para soportar esfuerzos de compresión y flexión, mientras que la carga se distribuye en la superficie de la cubierta.

Elementos de un diafragma inclinado.

- Viga limatón es una pieza de madera que va desde la solera de amarre hasta la cumbrera.
- Viga limahoya es la pieza de madera que va desde la solera de amarre, hasta la cumbrera.
- Viga limahoya o secundaria que es la pieza que va desde la solera de amarre hasta la cumbrera.
- Par que es la pieza de madera que va desde la solera de amarre hasta la viga limatón.
- Par común es la pieza de madera que va desde la solera de amarre hasta la cumbrera.
- Par recortado es la pieza que va desde la solera de amarre y llega hasta la viga limatón.
- Par de limahoya es la pieza de madera que va desde la cumbrera hasta la viga limahoya.

La sección mínima o escuadría de la madera para techumbres en diafragma será de dos por cuatro pulgadas, su longitud puede alargarse lo necesario, con un mínimo de dos punto cuatro metros, mientras que se recomienda unir la madera con dos o tres clavos de tres a cuatro pulgadas en cada intersección o nudo, proporcionándole la rigidez necesaria y una base para colocar la cubierta definida en el proyecto, figura 211.

Antes de colocar la cubierta final el entramado de la techumbre deberá quedar arriostrada, mediante tableros de madera contra chapada de partículas orientadas y correas (tiras) dependiendo del tipo de cubierta final.

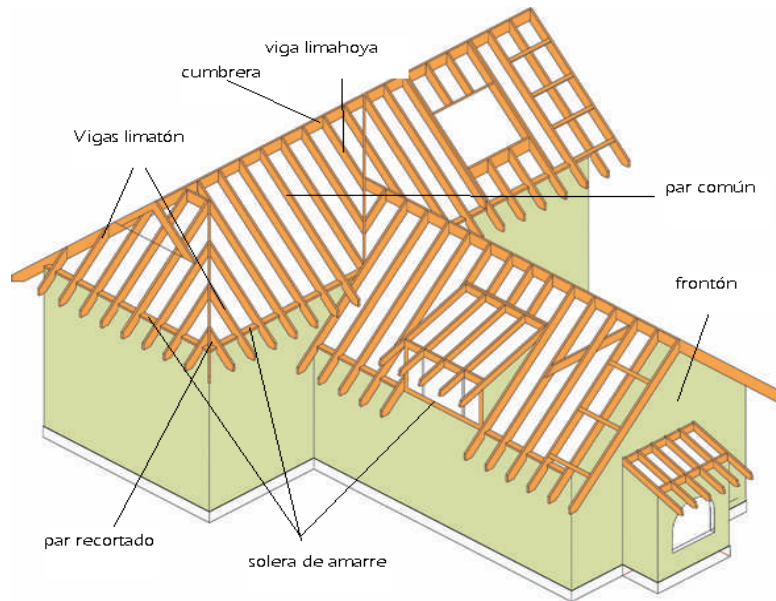


Figura 211. Elementos estructurales de una techumbre en forma de diafragma

Forros de estructuras de techumbres con tableros formando un diafragma.

- Tableros de madera contrachapada (1.22 m x 2.44 m). Deberá cumplir la norma NMX-C-438 ONNCCE-2006.
- Tableros de aglomerado preparados para exteriores.
- Duelas de madera machihembrada en cantos y en la cabeza.
- Duelas con traslape a media madera.

La ventaja de usar tableros es la de formar superficies lisas, figura 212, permitiendo una rápida colocación y aplicación de elementos impermeabilizantes los tableros se colocan encima de cuerdas o largueros (correas), estos se deben cuatraprear quedando fijos mediante clavos para techos ya sea de acero, galvanizados, aluminio o algún elemento de unión especial. Mientras menos espaciamiento entre clavos, mayor será su resistencia a los efectos causados por la succión del aire y otras fuerzas.

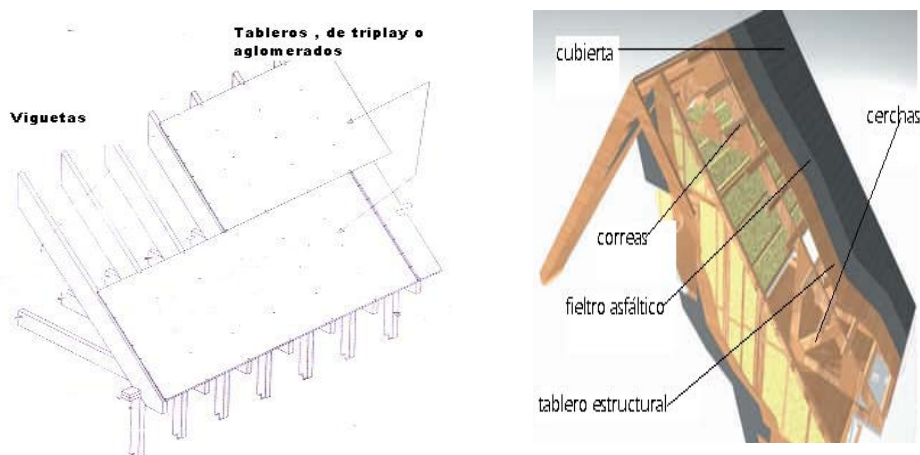


Figura 212. Arrostramiento de techumbre y colocación de capa aislante de humedad.

La rápida colocación de esta capa impermeable, permitirá continuar con los trabajos necesarios sin dañar el interior.

Cubierta.

El principal objetivo de colocar una cubierta en una vivienda de madera, es la de proteger el interior de la lluvia, viento, aire, sol y nieve, por lo que como primer paso debe colocarse una capa de fieltro asfáltico.

Los recubrimientos impermeables dependerán de:

- el tipo de estructura de la techumbre y de los muros,
- el tipo de forro o cubierta,
- la pendiente (mínima del 4 %),
- la apariencia,
- el costo de los materiales,
- el riesgo al fuego,
- la durabilidad de los materiales, y ,
- el mantenimiento que requieran los materiales,
- la zona geográfica y su intensidad de lluvia,
- el encuentro entre techumbres, y ,
- el drenaje de la lluvia.

Recubrimientos.

- Tejas de barro.
- Tejas asfálticas.
- Tejas de madera (tejamanil).
- Tejas de fibro-cemento.
- Tejas de asbesto cemento.
- Utilización de materiales impermeables como fieltro asfáltico, materiales. Alquitranosos.
- Lámina de fierro galvanizado.
- Lámina de fibro-cemento.

Sistema de correas (costaneras) y cubierta de tejas de barro.

Las tejas de barro se apoyan solamente en listones (correas o costaneras) de madera, no tienen una cubierta continua de tableros, figura 213.

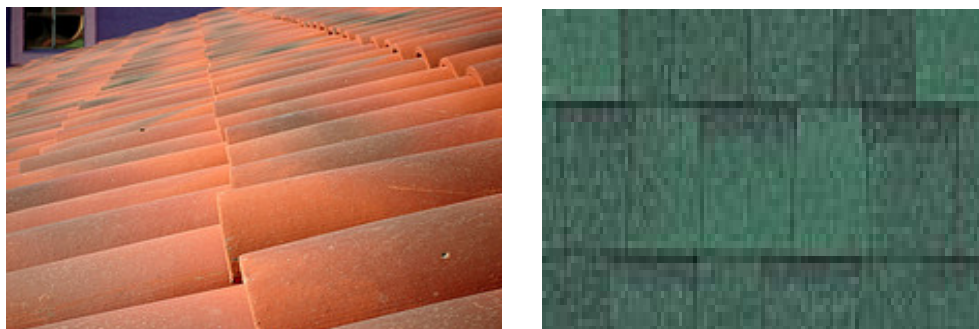


Figura 213. Cubierta de teja de barro y loseta asfáltica.

Cubiertas de tejamanil.

La tejuela de madera o tejamanil es una tabla de madera plana, con medidas variables dependiendo quien las elabore y de la especie que se utilice. Su ancho varia de 10 a 15 cm con un espesor de 8 a 12 mm, su forma es solo de aspecto decorativo, se le hace un corte en un extremo, ayudando hasta cierto punto a limitar los alabeos o torceduras, figura 214.

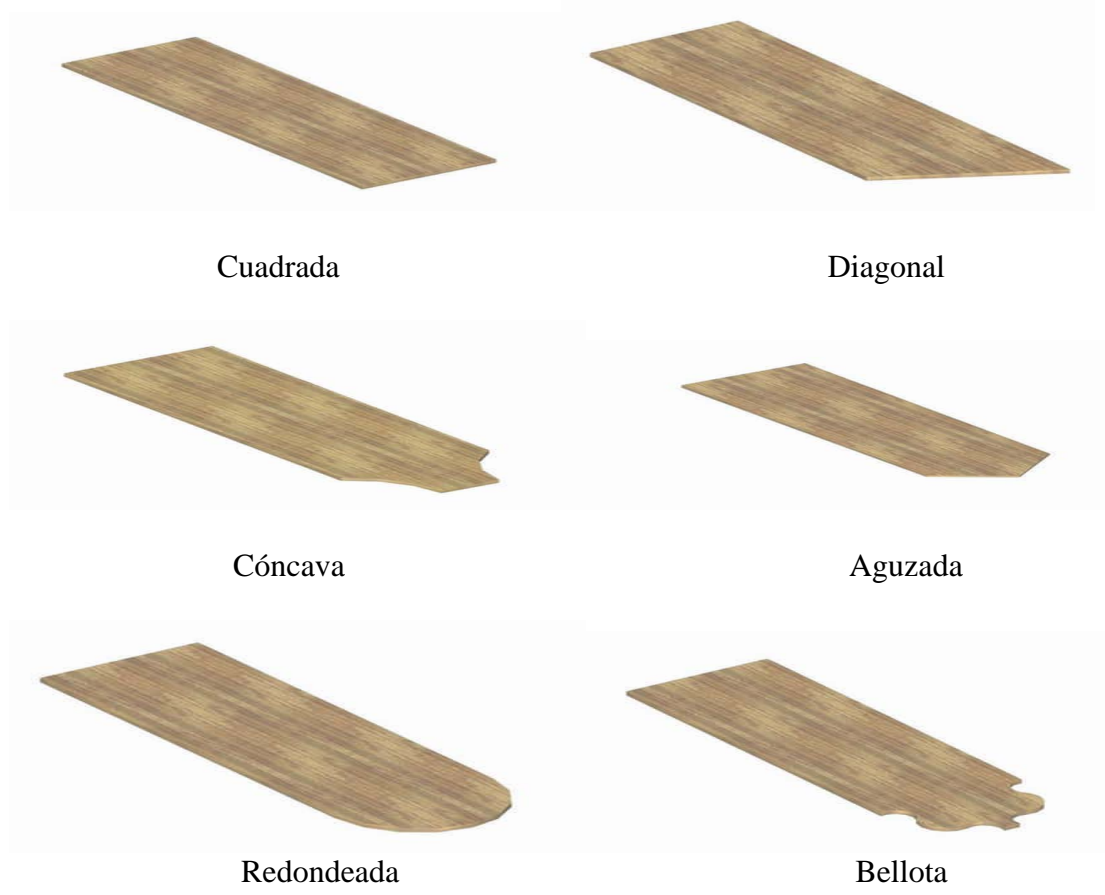


Figura 214. Tipos de tejas de madera.

Esta teja de madera, se elabora artesanalmente aserrándola o se puede encontrar confeccionada industrialmente. Es conveniente aplicar un preservador a la madera para protegerla con la finalidad de prolongar su vida útil., ya que se encontrará expuesta a la lluvia y al ataque de hongos y termitas.

Se debe elegir una pendiente entre el 25% y 33 % con el propósito de desalojar el agua o nieve rápidamente. Se debe colocar además una capa de fieltro asfáltico en forma horizontal traslapado mínimo diez centímetros, cuidando quede fijo a la base de la techumbre. Este procedimiento se repetirá para cada fila de tejas asegurando que no ingrese el agua, figura 215.

El tejamanil o teja de madera se coloca de abajo hacia arriba, traslapando la madera con el fieltro. Sin embargo surgen algunos detalles tanto en la cumbre como en el encuentro entre techumbres, el problema radica que en los puntos de cambio de pendiente, se puede filtrar el agua. Dicho problema se resuelve colocando lámina de acero galvanizado que sigue la forma de la pendiente, la figura 216.

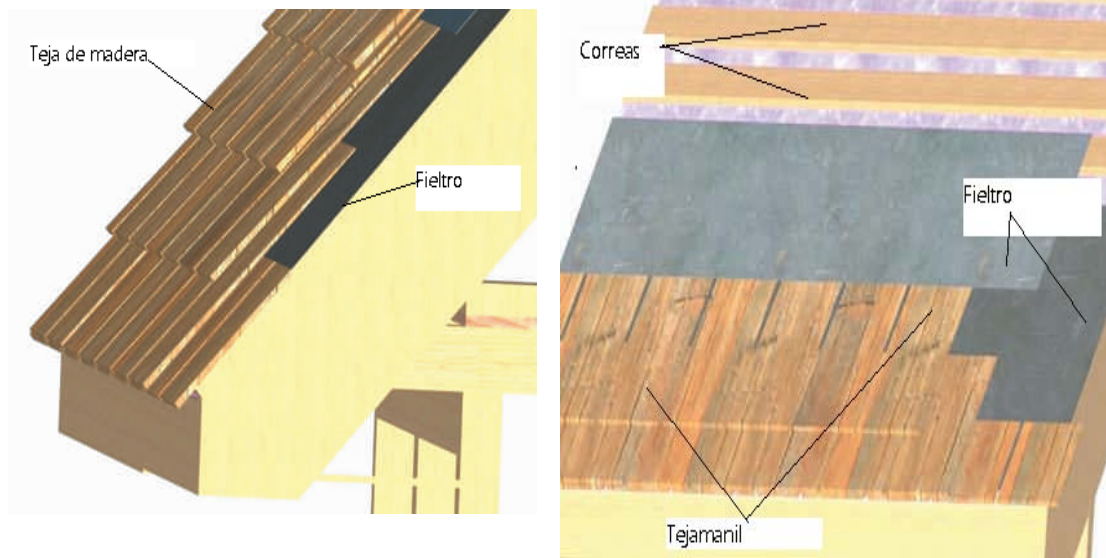


Figura 215. Colocación de fieltro entre correas y entre el tejamanil.

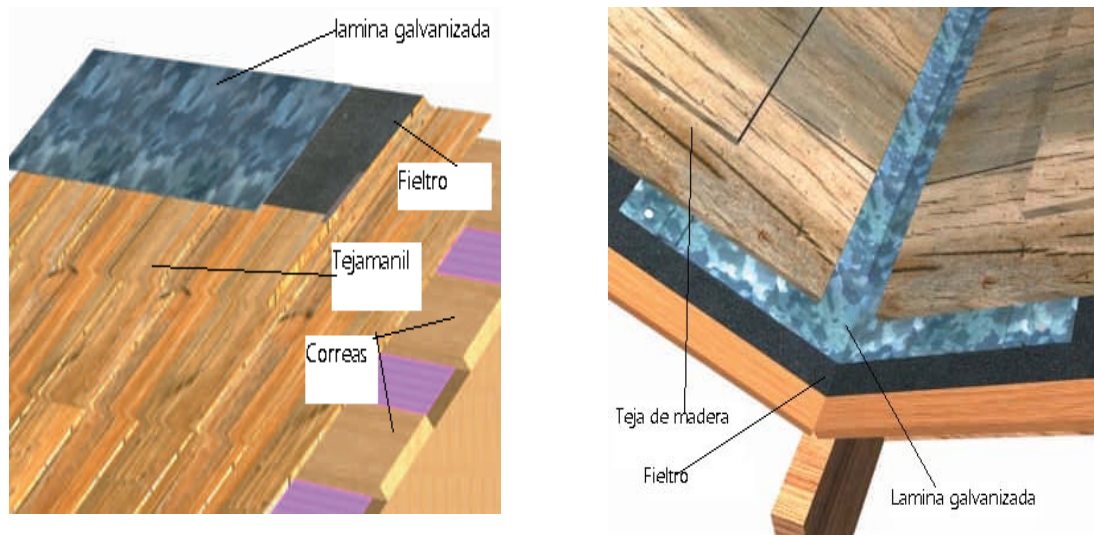


Figura 216. Colocación de lamina galvanizada en cumbre y en encuentro de techumbre, y cambio de pendiente.

La estructura de la techumbre y la cubierta se debe formar una barrera contra la lluvia, y que funcione también para aislar del ruido y del calor. Una alternativa es formar una panel sándwich, consiste de dos tableros de madera contra chapada, de fibras orientadas o de aglomerado. Entre ellas deberá tener una capa de polietileno como aislante termo-acústico y como complemento se puede colocar una capa más de fibra de vidrio o fibra mineral para mejorar esta condición, figuras 217 (a) y 217 (b).

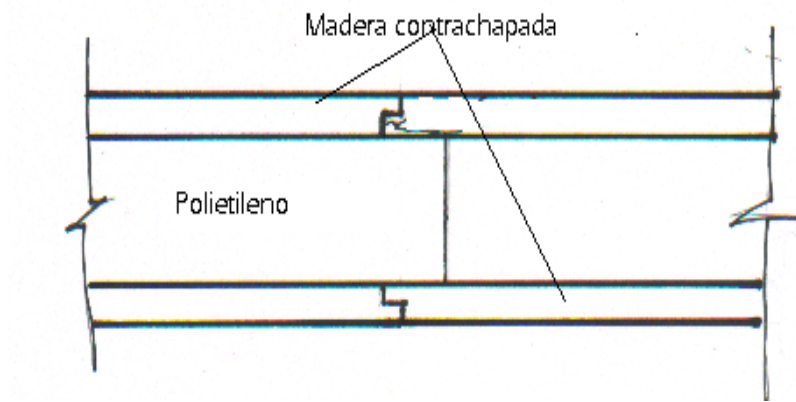


Figura 217 (a). Panel tipo sándwich, usado como cubierta para estructuras de techumbre.



Figura 217 (b). Polietileno cubierto con dos capas de triplay, formado un panel tipo sándwich.