



# Unidad 10

## ENTRAMADOS VERTICALES



# Unidad 10

# UNIDAD 10

## ENTRAMADOS VERTICALES



### 10.1 INTRODUCCIÓN

Para efectos del presente manual, en lo que se refiere a entramados verticales de madera, se utilizarán los conceptos y definiciones establecidos en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

### 10.2 DEFINICIÓN

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

#### 10.2.1. Clasificación según su función resistente

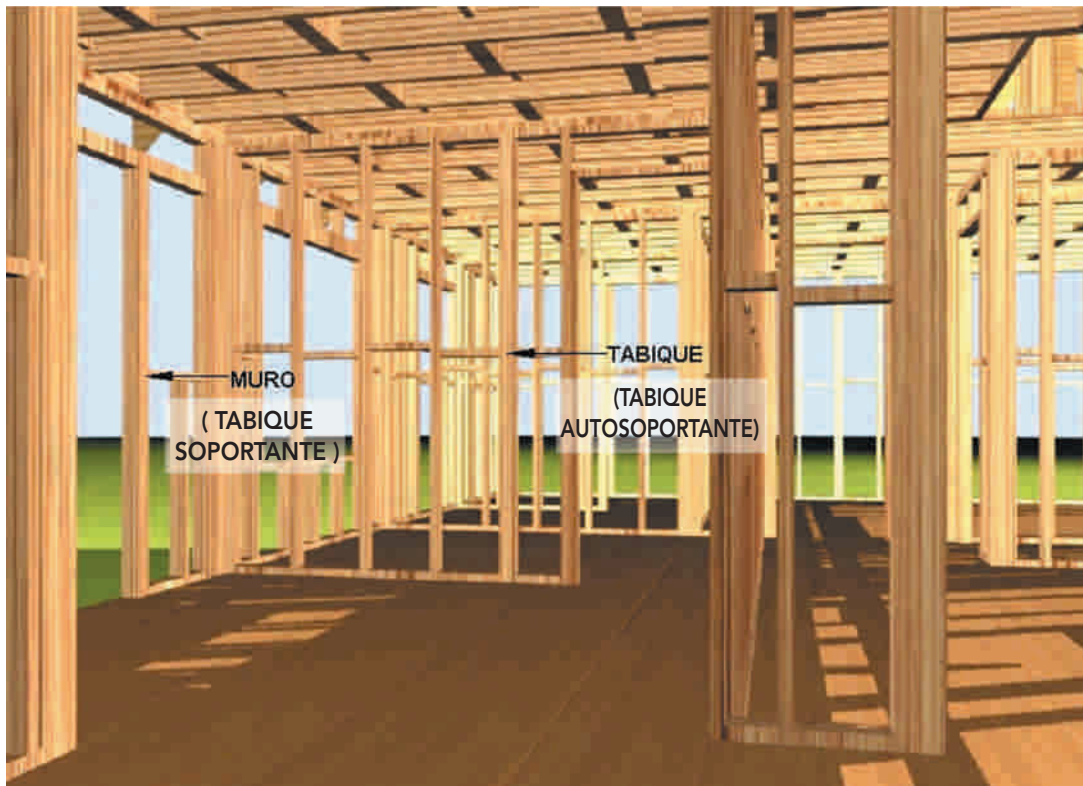
Según su capacidad soportante los entramados verticales se pueden clasificar en:

##### 10.2.1.1 Tabique soportante

Es todo elemento vertical (entramado de madera) que forma parte de la estructura resistente de la vivienda.

Es un tabique diseñado para soportar cargas estáticas y dinámicas. Las primeras son aquellas producidas y aportadas por:

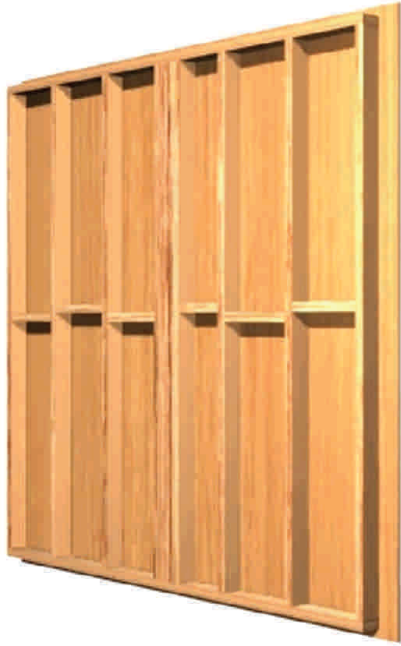
- Estructura de techumbre con solución de cubierta
- Entramados verticales de niveles superiores
- Entramado de entrepiso
- Sobrecargas de uso
- Peso propio
- Nieve y otros



**Figura 10 - 1:** Vista general de tabiques interiores y perimetrales que conforman una vivienda estructurada en madera. Muros o tabiques soportantes que se ubican normalmente en el perímetro y en algunos lineamientos interiores según cálculo. Tabiques autosoportantes son los que separan diferentes ambientes interiores y soportan su propio peso.

Las dinámicas o cargas horizontales de empuje son provocadas por:

- Acción del viento
- Sismo



**Figura 10 – 2a:** Elevación de un tabique soportante de madera prefabricado, cuyo diseño considera como componente arriostrante la utilización de tablero contrachapado o de hebras orientadas (OSB). Vista por el interior.



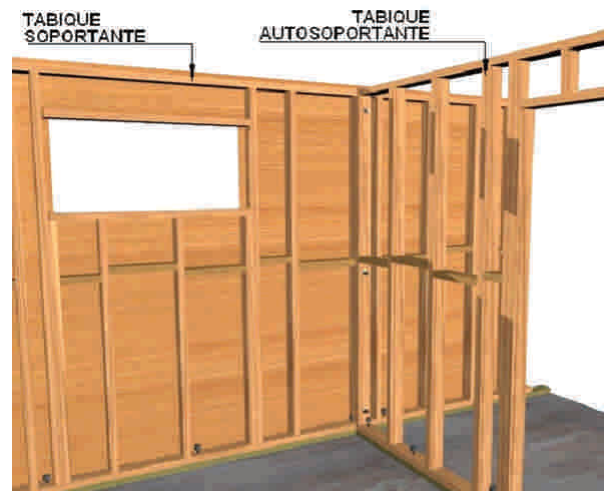
**Figura 10 – 2b:** Elevación exterior de un tabique soportante estructural prefabricado montado sobre su plataforma base.

### 10.2.1.2. Tabique autosoportante

Es todo elemento vertical que cumple funciones de separación entre los recintos interiores de una vivienda y que sólo puede recibir cargas de magnitud reducida. Aún cuando no requiere de piezas arriostrantes, es recomendable incorporar aquellos componentes que ayudan a la adecuada fijación de muebles colgantes de tipo mural, soportes de clóset, artefactos, cañerías y ductos de instalaciones básicas en la vivienda.



**Figura 10 - 3a:** Elevación de un tabique autosoportante prefabricado.



**Figura 10 - 3b:** Encuentro normal entre tabique soportante perimetral con tabique interior autosoportante.

# UNIDAD 10

## ENTRAMADOS VERTICALES

### 10.2.2. Clasificación según su ubicación

#### 10.2.2.1. Tabiques soportantes perimetrales

Son aquellos que conforman todo el perímetro exterior en forma continua y cerrada con una de sus caras expuestas a la intemperie y son parte de la estructura resistente de la vivienda.

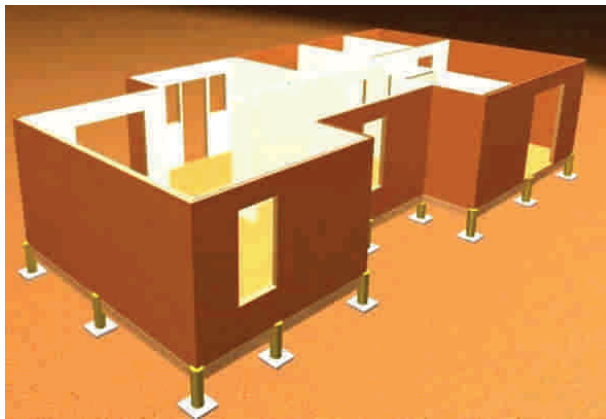


Figura 10 - 4: Primer piso de una vivienda con sus muros perimetrales alzados (tabiques soportantes).

#### 10.2.2.2 Tabiques soportantes interiores

Son aquellos que están diseñados para resistir cargas en el interior de la vivienda provenientes desde niveles superiores, y al mismo tiempo, la transmisión de esfuerzos horizontales producidos por sismo o viento y son parte de la estructura resistente.

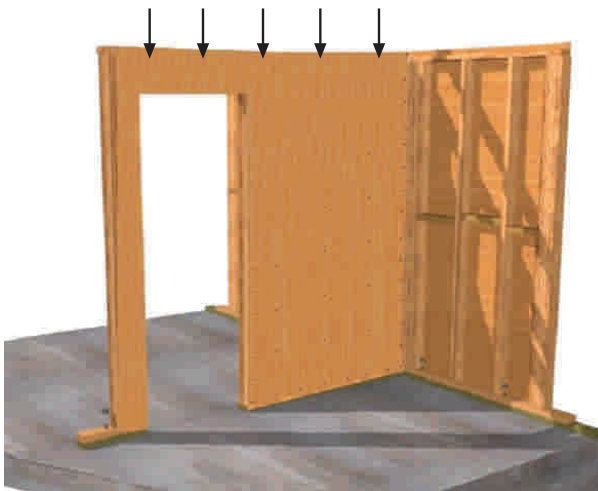


Figura 10 - 5: Encuentro de un tabique soportante interior con tabique soportante perimetral.

#### 10.2.2.3 Tabique autoportante interior

En general, un tabique autoportante siempre va dispuesto en el interior de la vivienda, ya que sólo cumple funciones como elemento separador entre ambientes o recintos de la misma.

### 10.3 COMPONENTES DE LOS ENTAMADOS VERTICALES

Los tabiques están conformados por un conjunto de piezas que cumplen funciones específicas.

#### 10.3.1 Componentes principales:

Son aquellos utilizados para estructurar el elemento completo en su fase de armado o prefabricación.

Las piezas principales que conforman los tabiques son: (Figura 10- 6)

- 1 Solera inferior
- 2 Pie derecho
- 3 Solera superior
- 4 Transversal cortafuego (cadeneta)
- 5 Jamba
- 6 Dintel
- 7 Alféizar
- 8 Puntal de dintel
- 9 Muchacho

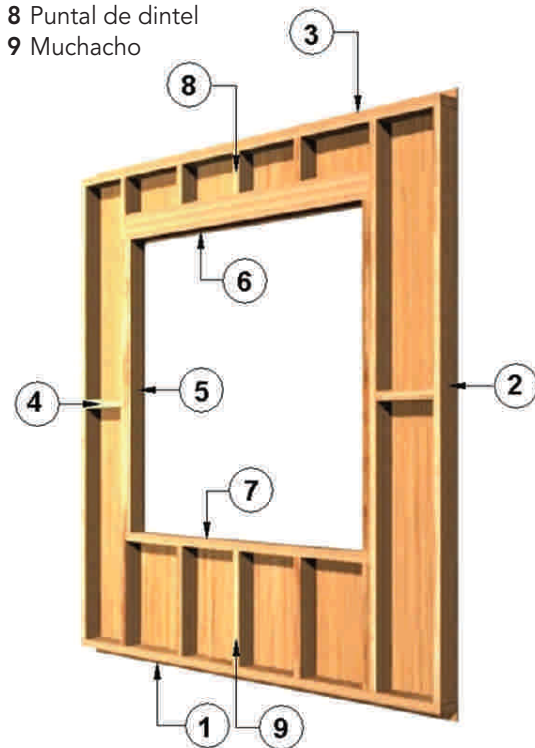
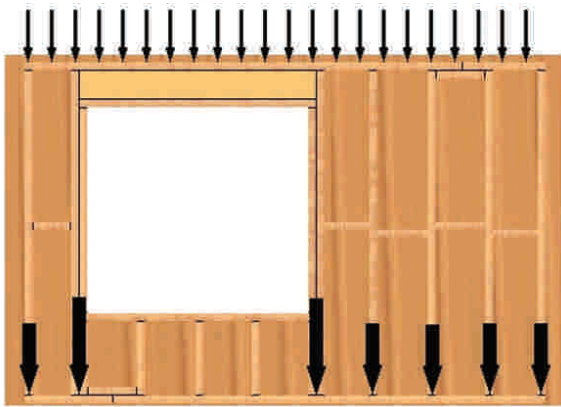


Figura 10 - 6: Piezas principales que componen un entramado vertical.

### 10.3.1.1 Solera inferior

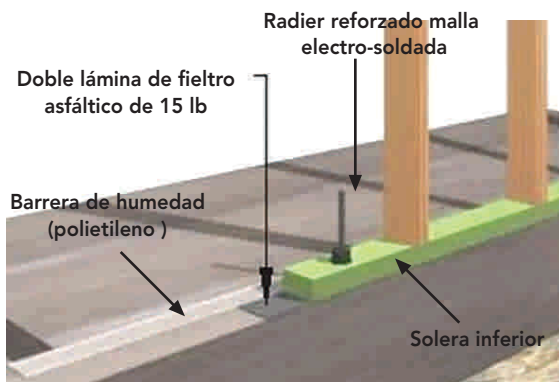
Pieza horizontal inferior que fija, por medio de uniones clavadas, todas las piezas verticales tales como pie derecho, jambas y muchachos. Su función principal es distribuir las cargas verticales hacia la plataforma.



**Figura 10 - 7:** Esquema de distribución de cargas verticales desde niveles superiores a pie derecho, y de estos a solera inferior.

En el caso que la solera inferior del tabique vaya anclada sobre una plataforma de hormigón, dicha pieza debe cumplir con dos requisitos básicos para garantizar su resistencia y durabilidad:

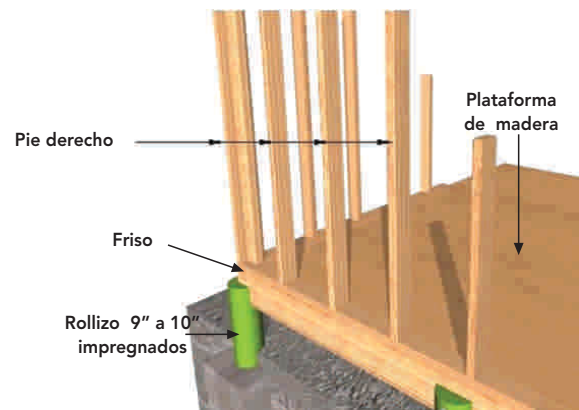
- **Aislación de la humedad:** Que proviene del contacto directo con la superficie de hormigón. Por ejemplo, mediante una doble lámina de fieltro asfáltico de 15 libras u otro sistema de características similares (Figura 10-8).
- **Preservación:** Impregnación con sales de CCA por métodos de presión y vacío a un contenido mínimo de 4 kg/m<sup>3</sup> de óxidos activos, según se establece en la norma chilena NCh 819 (Figura 10-8).



**Figura 10 - 8:** Barrera de humedad (polietileno) que aísla de la humedad por capilaridad en contacto con el terreno al radier de hormigón de plataforma del primer piso. Doble lámina de fieltro asfáltico de 15 libras que protege a la solera inferior del tabique.

### 10.3.1.2 Pie derecho

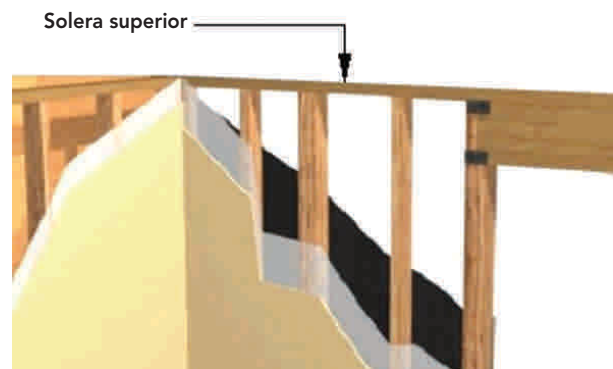
Pieza vertical unida por medio de fijaciones clavadas entre las soleras superior e inferior. Su principal función es transmitir axialmente las cargas provenientes de niveles superiores de la estructura (Figura 10 - 7). En el caso de los tabiques auto-soportantes, sólo cumple con la función de ser el componente al cual se fijan las placas de revestimiento, muebles o elementos de equipamiento.



**Figura 10 - 9:** Pie derecho, piezas verticales de escuadría 2" x 3" (41 mm por 65 mm) o 2" x 4" (41 mm por 90 mm), que conforman en este caso el tabique soportante perimetral que se encuentra montado en plataforma de madera.

### 10.3.1.3 Solera superior

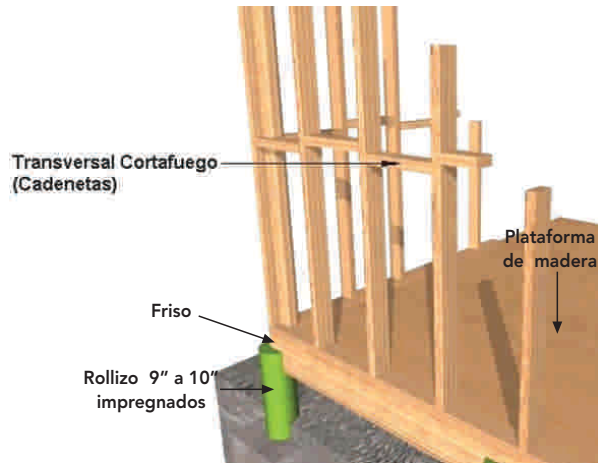
Pieza horizontal superior que une, por medio de uniones clavadas, todos los elementos verticales tales como pie derecho, jambas y puntales de dintel. Transmite y distribuye a los componentes verticales las cargas provenientes de niveles superiores de la vivienda.



**Figura 10 - 10:** Solera superior de igual escuadría que los pie derecho, en este caso de muros perimetrales.

### 10.3.1.4 Transversal cortafuego

Pieza componente que separa el espacio entre dos pie derecho en compartimientos estancos independientes. También es llamada "cadeneta". Su función consiste en bloquear la ascensión de los gases de combustión y retardar la propagación de las llamas por el interior del tabique en un eventual incendio. Permite, además, el clavado o atornillado de revestimientos verticales y ayuda a evitar el pandeo lateral de los pie derecho en el plano del tabique.



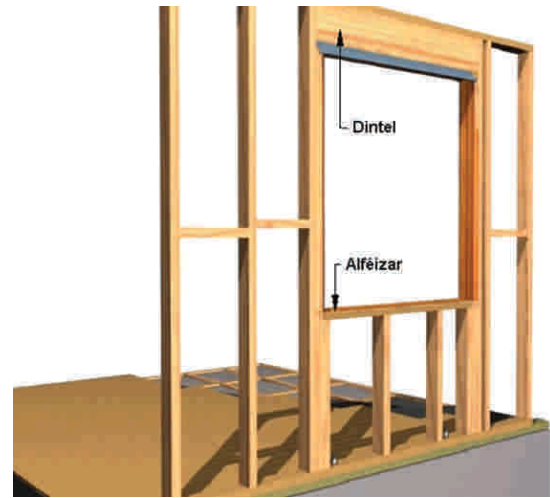
**Figura 10 - 11:** Ubicación de transversales cortafuego o "cadenetas" de igual escuadría a los pie derecho, en este caso de los muros perimetrales.

### 10.3.1.5 Dintel

Corresponde al conjunto de una o más piezas horizontales que solucionan la luz en un vano de puerta o ventana. En el caso de tabiques soportantes, puede tratarse de dinteles de ambos tipos de vano (Figura 10 - 12). En el caso de tabiques auto-soportantes, por lo general, se trata sólo de dinteles de puertas. Su estructuración dependerá de la luz y de la carga superior que recibe.

### 10.3.1.6 Alféizar

Pieza horizontal soportante en elementos de ventana (Figura 10 - 12). Por lo general es utilizado sólo en tabiques soportantes perimetrales. Su estructuración dependerá de la longitud o ancho del vano, tipo y materialidad de la ventana que se especifica.



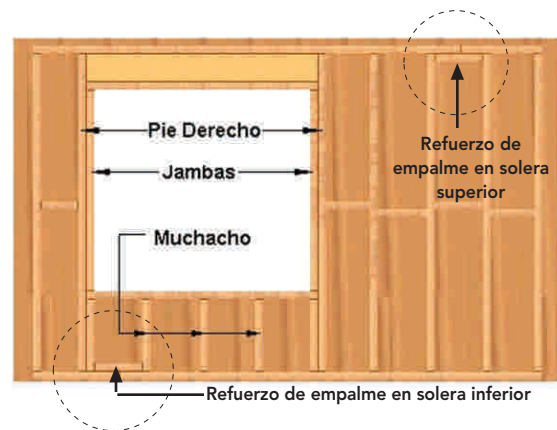
**Figura 10 - 12:** Dintel macizo de ventana estructurado en piezas de 2" x 8" y disposición de alféizar de ventana.

### 10.3.1.7 Jamba (centro de ventana)

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

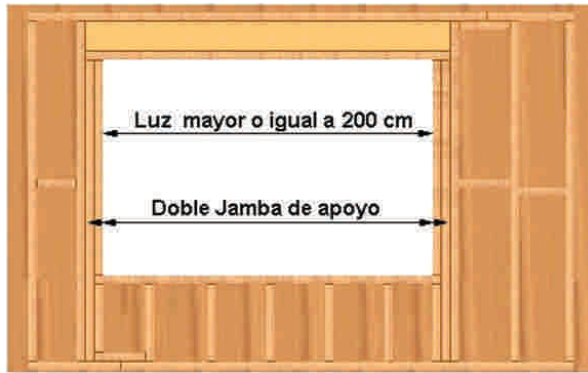
Otras funciones importantes son:

- Mejora la resistencia al fuego del vano como conjunto.
- Refuerza en forma colaborante, con su pie derecho de apoyo longitudinal, la rigidez necesaria para el cierre y abatimiento (eje pivotante) de puertas y ventanas.



**Figura 10 - 13a:** Jambas soportantes de un dintel de ventana. Muchachos soportantes del alféizar de ventana. Se ilustra además, los refuerzos de empalme (en círculo) de soleras superior e inferior.





**Figura 10 - 13b:** Jamba doble en cada costado de un vano cuando éste tiene una luz igual o superior a 200 cm.

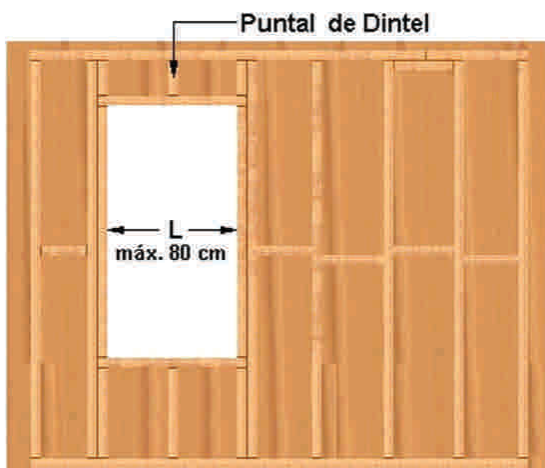
- Cuando la luz de un vano exceda los 200 cm, la jamba de apoyo del dintel debe ser doble en cada costado del vano.

#### 10.3.1.8 Puntal de dintel

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

#### 10.3.1.9 Muchacho

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



**Figura 10 - 14:** Puntal de dintel. En tabiques soportantes es utilizable en vanos con una luz no superior a 80 cm. En tabiques auto-soportantes puede ser utilizado en vanos de hasta 120 cm.

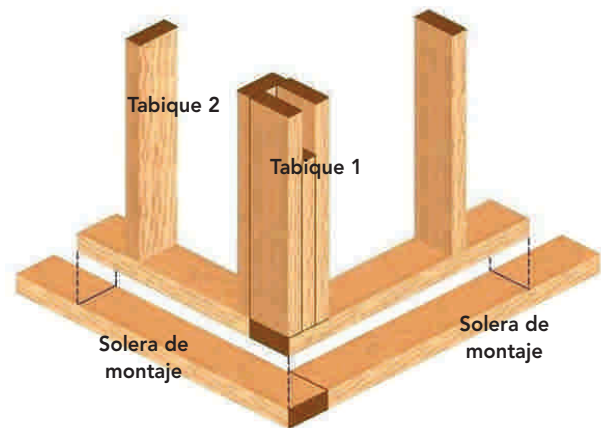
### 10.3.2 Componentes secundarios

Son aquellos que permiten anclar y fijar los tabiques, tanto inferior como superiormente. Se diferencian de las piezas principales en que éstas son incorporadas a la estructura en la fase de montaje o alzado de los tabiques.

#### 10.3.2.1 Solera de montaje

Pieza horizontal de igual escuadría que la solera inferior del tabique. Se especifica cuando a la plataforma de hormigón o madera se le incorpora una sobrelosa de hormigón liviano, de 40 a 50 mm de espesor.

Sobre esta pieza se alzan y anclan los tabiques que conforman la vivienda.



**Figura 10 - 15:** Solera de montaje que se ancla a la plataforma sobre la cual se alzarán los tabiques.

Si la superficie de la plataforma es hormigón, la pieza utilizada como solera basal de montaje debe considerar las mismas indicaciones de aislación y preservación descritas en el punto 10.3.1.1.

#### 10.3.2.2 Solera de amarre

Pieza horizontal de igual escuadría que las principales (también llamada sobresolera), que cumple la función de amarrar los tabiques en su parte superior. La fijación de la solera de amarre a la solera superior se ejecuta por medio de uniones clavadas, alternadas cada 15 cm (Figuras 10 - 17 y 10 - 18).

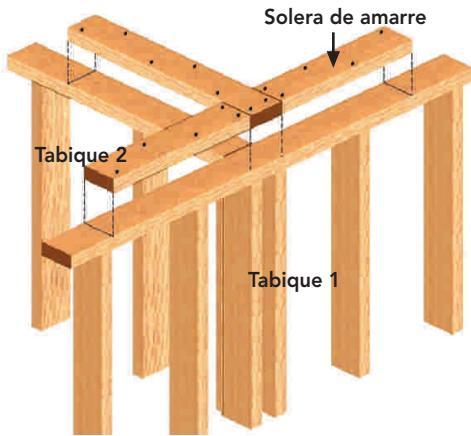


Figura 10 - 16: Solera de amarre o sobrolera que une un muro perimetral con un tabique interior.

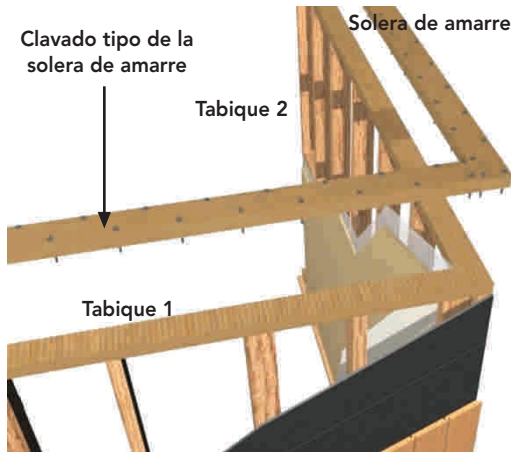


Figura 10 - 17: Solera de amarre en encuentro esquina, entre tabiques perimetrales soportantes. Clavos se ubican en forma alternada cada 15 cm.

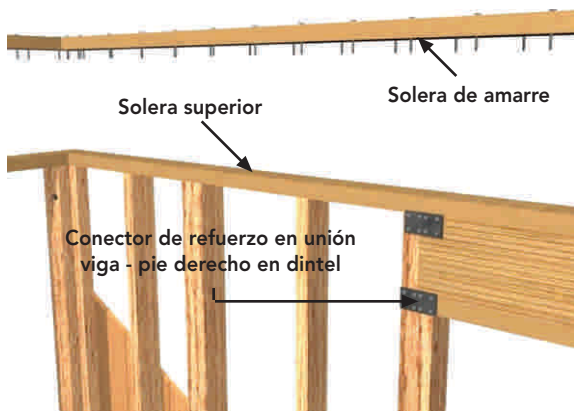


Figura 10 - 18: Perspectiva desde el interior que muestra la posición del clavado en la solera de amarre.

### 10.3.2.3 Cornijal

Pieza de sección cuadrada que se utiliza eventualmente en encuentros entre tabiques de tipo esquina. Las caras de estos elementos deben ser igual al ancho de piezas primarias y secundarias.

La finalidad de esta pieza es aportar mayor capacidad de soporte y, al mismo tiempo, entregar una mayor superficie de clavado.

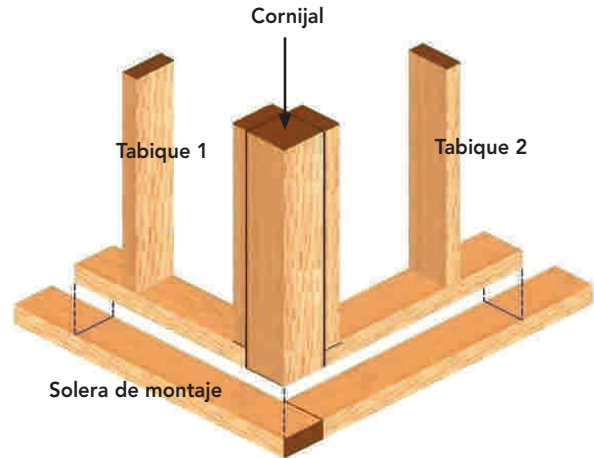


Figura 10 - 19: Cornijal para encuentro en esquina.

### 10.3.3 Componentes estructurales de los tabiques

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

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

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

Tradicionalmente, dicha condición ha sido resuelta incorporando piezas inclinadas de madera (diagonales estructurales), de distinta o igual escuadría que el resto de los componentes dentro de los planos paralelos del tabique. Otra posibilidad es la utilización de tensores o arriostramientos en perfiles de acero. Las alternativas de solución son:

### 10.3.3.1 Diagonal estructural

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

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

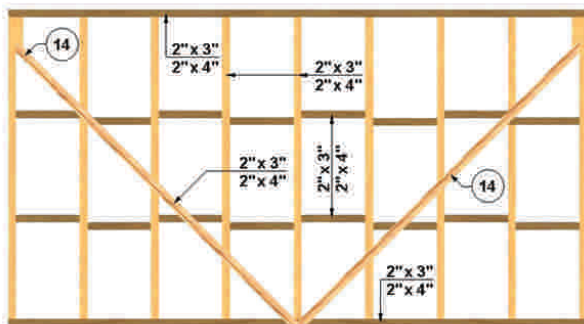


Figura 10 - 20: Muro arriostrado por medio de diagonales estructurales, de igual escuadría que las piezas principales, pieza N° 14.

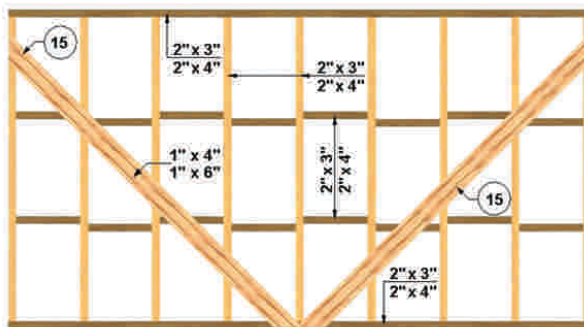


Figura 10 - 21: Muro arriostrado con tabla de madera encastrada, pieza N° 15.

### 10.3.3.2 Tensores o zunchos metálicos en perfil de acero plano

Barra de acero plana (pletina) de 20 a 50 mm de ancho y 3 a 5 mm de espesor, que se fija diagonalmente (ángulo de  $45^\circ \pm 15^\circ$ ) en las intersecciones con pie derecho y soleras (Figura 10 - 22a).

Al igual que en el caso anterior, se deben considerar tensores contrapuestos en un mismo plano alineado del muro. Para la colocación de tensores o zunchos metálicos

es necesario ejecutar un rebaje en las piezas de madera para incorporarlo al espesor final del elemento en obra gruesa (Figura 22b).

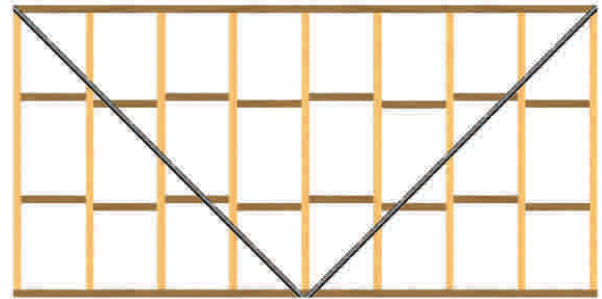


Figura 10-22a: Tabique soportante arriostrado por medio de tensores en barras de acero plano.

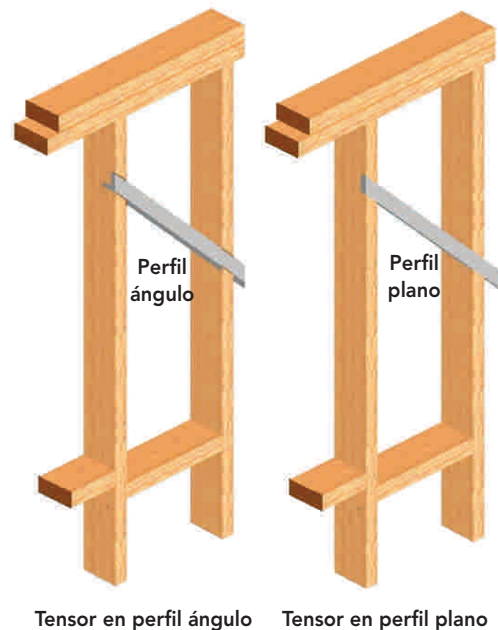


Figura 10-22 b: Ejemplos de colocación de arriostramientos en perfiles de acero (perfil ángulo y barra plana).

### 10.3.3.3 Perfil ángulo

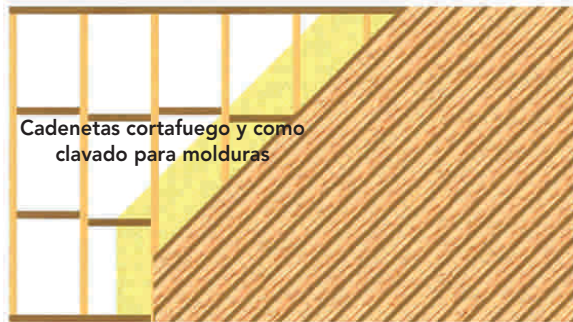
Este obliga a realizar un corte de ajuste en los pie derecho y las soleras para insertar diagonalmente una de las alas del perfil ángulo.

Además, se debe ejecutar un rebaje para incorporar la otra ala al espesor final del elemento en obra gruesa. La principal desventaja de esta alternativa es que produce un debilitamiento de los pie derecho.

Al momento de diseñar la estructuración del tabique por medio de componentes de acero, se debe tener presente que tensores y ángulos metálicos tienen un mal comportamiento ante la acción del fuego en un incendio.

### 10.3.3.4. Revestimientos en perfiles de madera

Otra alternativa de estructuración que cumple una doble función como revestimiento definitivo y arriostamiento, es el uso de molduras de madera machihembrada o tinglada, clavada o atornillada a la estructura del tabique, ya sea en forma diagonal, vertical u horizontal y de dimensiones según cálculo.



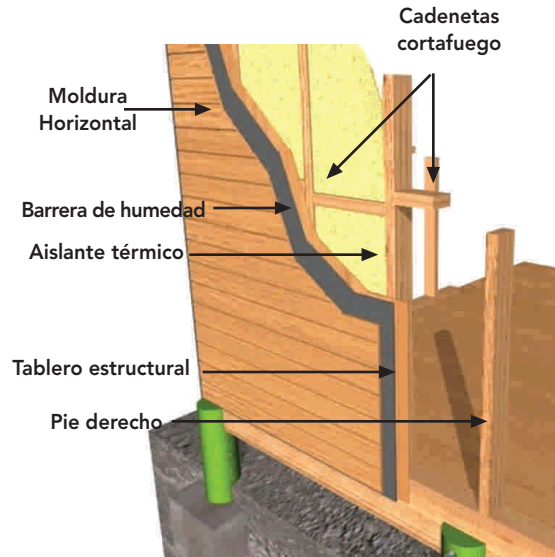
**Figura 10 - 23:** Revestimiento de molduras dispuesto en forma diagonal, machihembrado o tinglado, que además cumple la función de arriostar la estructura del muro perimetral o del interior.



**Figura 10 - 24:** Molduras dispuestas en forma vertical, de características similares a la Figura 10 – 23.



**Figura 10 - 25a:** Molduras dispuestas en forma horizontal, de características similares a la Figura 10 – 23.



**Figura 10 - 25b:** Vista en isométrica de molduras horizontales, como revestimiento para muros perimetrales.

Las soluciones anteriormente presentadas para la estructuración de tabiques soportantes se pueden considerar como alternativas válidas, siempre y cuando cuenten con el respaldo del diseño estructural, realizado por el profesional competente.

Las diagonales estructurales aún siguen siendo aplicadas como método tradicional de construcción en madera en algunas regiones del sur del país (especialmente en la XI Región), debido a la acción del viento, pero hay que recalcar que tienen un deficiente comportamiento ante sollicitaciones sísmicas.

### 10.3.3.5. Tableros estructurales

Durante la última década, la utilización de diagonales estructurales y tensores metálicos ha sido cada vez menor, a raíz de la incorporación de tableros contrachapados (terciados) y tableros de hebras orientadas (OSB, Oriented Strand Board), como principal componente arriostante de tabiques soportantes en estructuras de madera.

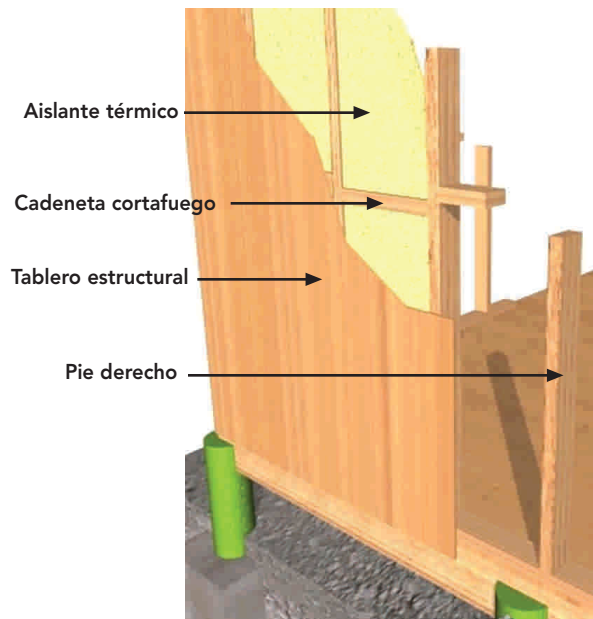
Estos presentan una serie de ventajas con respecto de las soluciones descritas, ya que como resultado se obtiene:

- Mayor eficacia estructural.
- Mayor rendimiento y economía en la fabricación.
- Una vez armado, el muro no presenta piezas mecánicamente debilitadas por uniones de corte a media madera entre los pie derecho y la diagonal estructural.

- Los muros arriostrados con este tipo de tableros han demostrado un mejor comportamiento al sismo.
- Potencia el diseño de arquitectura, tanto en la proyección de superficies, como en vanos de puertas y ventanas.
- Al no utilizar diagonales estructurales, se requiere la incorporación de sólo una fila central o intermedia de transversales cortafuego.
- Se requiere un menor volumen de madera incorporada al tabique.
- Se realiza un menor número de cortes de piezas y clavado de nudos por unidad de superficie.
- Se logra una mayor eficiencia en la utilización de horas hombre durante la fabricación.



**Figura 10 - 26a:** Muro arriostrado con tableros contrachapados, pie derecho cada 400 mm en este caso.



**Figura 10 - 26b:** Muro arriostrado con tableros contrachapados, montado sobre plataforma estructurada en madera.

#### 10.4 CRITERIOS DE LA ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES PARA ESTRUCTURACIÓN DE TABIQUES

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) establece lo siguiente para el diseño mínimo de diafragmas o tabiques (entramados verticales), en estructuras de madera no sometidas a cálculo estructural:

- El espaciamiento máximo de los pie derecho será de 0,50 m entre ejes.
- La distancia máxima entre ejes de los travesaños o riostras (cadenetas) y entre estos y las soleras, será de 0,65 m.
- La altura de los diafragmas de fachadas no deberá ser mayor a 3 m para cada piso. Para estos efectos, la altura del diafragma es la distancia vertical medida entre los ejes de las soleras superior e inferior.
- La escuadría de las soleras, diagonales y travesaños, será igual a la escuadría de los pie derecho. Las diagonales podrán cortar a los pie derecho cuidando de mantener la continuidad estructural de estos a las soleras.
- Los diafragmas deberán estar dispuestos en dos direcciones ortogonales, con espaciamentos máximos entre ejes de 3,60 m en cada dirección. Sin embargo, cuando por necesidades de diseño el distanciamiento de un diafragma tuviere que ser mayor, se deberá disponer de arriostramientos que eviten la existencia de luces mayores a 3,6 m en las soleras superiores.
- La distribución de estos elementos será preferentemente simétrica y uniforme en cuanto a materiales y dimensiones, con el objeto de evitar solicitaciones de torsión en la estructura durante los sismos o bajo los efectos de ráfagas de viento. En el caso de notoria asimetría o desuniformidad en la distribución de los diafragmas, no serán aplicables las disposiciones de este artículo.
- La longitud equivalente o longitud de los entramados verticales medidos en planta y necesarios para resistir las solicitaciones sísmicas o de viento, quedará determinada en metros lineales para cada una de las direcciones principales, por la mayor longitud que se determine aplicando los procedimientos que se describen más adelante.

- En la longitud total de los diafragmas, determinada en la forma que se indica más adelante, no se incluirán los tabiques cuya razón altura/longitud sea mayor de 2,0 o de 3,5 m en el caso que posean revestimientos contrachapados o entablados en diagonal.
- Procedimiento sísmico: La longitud equivalente para cada una de las direcciones principales se obtendrá multiplicando la superficie cubierta del proyecto, medida en metros cuadrados en planta, por el coeficiente que para cada caso se indica en la siguiente tabla:

Tabla de procedencia del modelo californiano.

- Para edificación de dos pisos o un piso con mansarda, la longitud equivalente del primer piso se obtendrá aplicando el coeficiente 0,28 al área del primer piso más el área del segundo piso o mansarda. La del segundo piso se obtendrá de multiplicar la superficie del segundo piso por su coeficiente 0,27.
- Procedimiento por presión de viento: La longitud equivalente para cada una de las direcciones principales, se obtendrá multiplicando el área total medida en metros cuadrados, obtenida de la proyección de la edificación sobre un plano vertical, perpendicular a una dirección principal, por el coeficiente que para cada caso se indica en la siguiente tabla:

TIPO DE EDIFICACIÓN	UN PISO SIN MANSARDA (m <sup>2</sup> )	DOS PISOS O UN PISO CON MANSARDA	
		2° PISO O MANSARDA	1° PISO
Coeficiente	0,30	0,30	0,45

- Las escuadrías de los elementos de los diafragmas no podrán ser inferiores a las que se indican en la siguiente tabla:

ESPECIE	ALTURA DEL DIAFRAGMA (mm)		
	2,0	2,5	3,0
Pino radiata	45 x 70	45 x 95	45 x 120

- Cuando los diafragmas reciban la carga de entramados horizontales que tengan sobrecargas mayores a 1,5 kPa (150 kg/m<sup>2</sup>), pero menores que 3,0 kPa (300 kg/m<sup>2</sup>), se deberá duplicar la sección de los pie derecho afectados, o bien disminuir su espaciamiento a la mitad.
- En zonas de probables vientos con velocidades superiores a 100 km/h, pero menores de 140 km/h, las alturas de las escuadrías de los pie derecho que conformen los tabiques verticales deberán aumentarse como mínimo en un 40%.

TIPO DE EDIFICACIÓN	UN PISO SIN MANSARDA	DOS PISOS O UN PISO CON MANSARDA	
		2° PISO O MANSARDA	1° PISO
Coeficiente	0,18	0,27	0,28

En **Anexo V** se entrega un conjunto de tablas que permiten definir con cierta flexibilidad y en forma sencilla, estructuraciones de paredes exteriores.

Los cuadros cuya aplicación se supedita a determinadas separaciones máximas entre paredes, altura máxima de entrepisos e inclinaciones de techo, permiten definir estructuraciones para los distintos tipos de componentes estructurales de una vivienda que cumplen a cabalidad con las normativas, permitiendo prescindir de un cálculo estructural, de modo que puedan ser aprobados por las diferentes direcciones de obras municipales al momento de tramitarse el permiso de edificación.

Los cálculos consideran las indicaciones de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y normas chilenas vigentes NCh 1198 –Madera -Cálculo estructural y de otras normas complementarias.

## 10.5 ESPECIFICACIÓN DE LA MADERA DE PINO RADIATA PARA ENTRAMADOS VERTICALES

### 10.5.1 Tabiques soportantes

Complementariamente a la información que se obtiene a partir del cálculo estructural, se debe proporcionar los parámetros necesarios que delimitarán la calidad de la madera que se utilizará en la fabricación de los tabiques para fines estructurales.



**Figura 10 - 27:** La calidad de la madera utilizada es esencial para la prefabricación de los entramados verticales, ya que de ello depende fundamentalmente la durabilidad y estabilidad de los elementos en servicio.

Una correcta especificación debe considerar las siguientes definiciones para la madera que se utilizará:

- **Especie maderera:**  
Tipo de madera que se utiliza, por ejemplo: Pino radiata.
- **Uso o destino de la madera:**  
Madera para uso estructural. Por ejemplo, pie derecho.
- **Escuadría nominal:**  
Se debe recordar que la escuadría nominal de una pieza de madera (espesor x ancho), se expresa en pulgadas. Su grado de elaboración queda establecido por las dimensiones expresadas en milímetros (norma chilena NCh 174, actualmente en estudio y actualización).

Por ejemplo: si se especifica la utilización de piezas de 2" X 4", sin informar sus dimensiones normalizadas en milímetros, queda abierta la probabilidad de utilizar tres tipos posibles de calidades de madera:

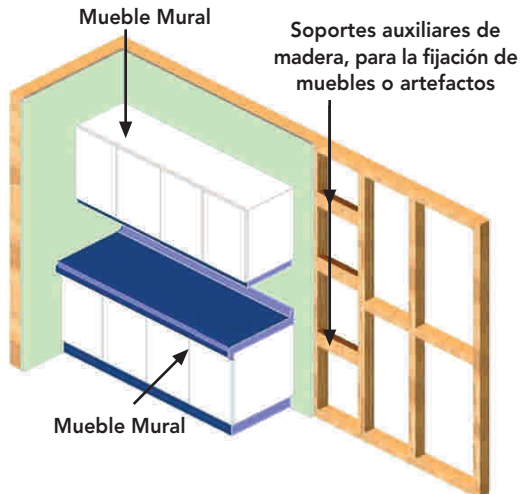
- Madera dimensionada (en bruto, verde, de 48 x 98 mm), con un contenido de humedad no menor al 25%.
- Madera dimensionada (en bruto, seca, de 45 x 95 mm), con un contenido de humedad de 13 a 15%.
- Madera cepillada (cep/4c de 41 x 90 mm), con un contenido de humedad de 13 a 15%.
- **Largo comercial:** Dependiendo de la escuadría especificada para muros, el largo de una pieza se expresa en metros con dos decimales y comercialmente puede ser adquirida en 2,40; 3,20; 4,00 y 4,80 m.
- **Contenido máximo de humedad:** La madera que se utiliza para tabiques necesariamente debe ser secada en cámara y estabilizada con un contenido máximo de humedad del 14% con una tolerancia de +-2%.
- **Tiempo de estabilización:** La madera en el lugar donde prestará servicio debe pasar por un período de estabilización de humedad, adaptándose a las condiciones locales de temperatura, humedad relativa del aire y época del año, antes de ser utilizada en la fabricación de elementos soportantes.
- **Grado estructural de la madera:** Por tratarse de madera para uso estructural, debe especificarse su clasificación como tal, ya sea visual (GS, G1 o G2, según NCh 1207); o mecánica (C16 o C24, según BS EN 519).
- **Escuadrías mínimas recomendadas**

En términos de escuadría nominal para tabiques soportantes, pueden considerarse los siguientes mínimos recomendables:

- 2" x 3" min. en muros de viviendas de 1 piso (especificadas en milímetros).
- 2" x 4" min. en muros de primer piso, en viviendas de 2 pisos (especificadas en milímetros).
- 2" x 3" min. en muros de segundo piso, en viviendas de 2 pisos (especificadas en milímetros).

### 10.5.2 Tabiques auto soportantes

Los tabiques auto soportantes sólo deben responder a solicitaciones de soporte en revestimientos, muebles y artefactos (Figura 10 - 28) que pueden fijarse lateralmente a él.



**Figura 10 – 28:** Componentes auxiliares para la fijación de muebles. Según sea el caso, se deben prever todas las piezas necesarias entre los pie derecho para asegurar un buen anclaje de los muebles murales.

No obstante lo anterior, es necesario especificar adecuadamente la madera que se utilizará en dichos elementos. En este sentido, los aspectos técnicos que se deben considerar son los siguientes:

- **Especie maderera:** Pino radiata.
- **Uso y destino de la madera:** Madera cepillada para tabiques.
- **Escuadría nominal:** Debe establecerse en base a los criterios que se recomiendan más adelante.
- **Largo comercial:** Dependiendo de la escuadría especificada para tabiques, el largo de una pieza se expresa en metros con dos decimales y comercialmente puede ser adquirida en 2,40 y 3,20 m.
- **Contenido máximo de humedad:** La madera utilizada para tabiques debe ser secada en cámara y especificada con un contenido máximo de humedad del 13%, con una tolerancia de +2%.
- **Tiempo de estabilización:** La madera debe pasar por un período de estabilización de humedad, con respecto a las condiciones locales de humedad, temperatura y época del año, antes de ser utilizada en la fabricación de los elementos.

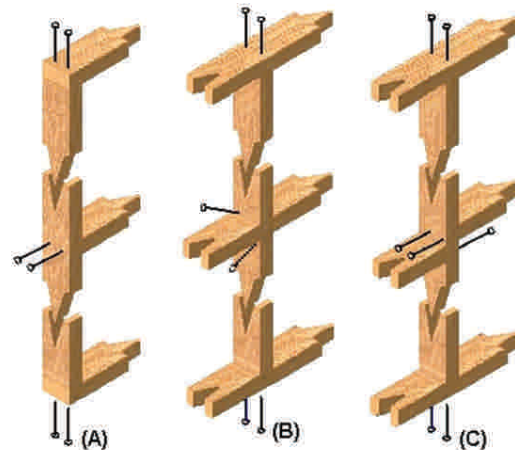
- **Escuadrías mínimas aceptables para su fabricación:** Teniendo presente los aspectos de especificación anteriormente descritos, la escuadría mínima a utilizar en este tipo de elementos debe considerarse en las siguientes secciones mínimas aceptables:

- 2" x 2" min. en tabiques de viviendas de 1 piso (especificadas en milímetros).
- 2" x 3" mín., para tabiques del primer y segundo piso (vivienda de dos pisos), exigencia por el factor de resistencia al fuego (especificada en milímetros).

### 10.6 UNIONES CLAVADAS ENTRE COMPONENTES QUE CONFORMAN LOS ENTRAMADOS VERTICALES

#### 10.6.1 Clavado o fijación de componentes principales y secundarios

En general, los componentes de un entramado vertical (muro o tabique) se fijan mediante clavos de 4" lisos (corrientes) o helicoidales. Si trabaja al corte, basta con clavo corriente; si existe tracción, se debe utilizar clavo helicoidal o tornillos, considerando a lo menos 2 unidades por cada nudo o encuentro entre piezas componentes:



**Figura 10 – 29:** Distribución y colocación de clavos en piezas componentes de un muro soportante o tabique.

- Pie derecho a solera inferior y superior
- Transversal cortafuego a pie derecho
- Muchacho a solera inferior y alféizar
- Dintel a pie derecho y jambas

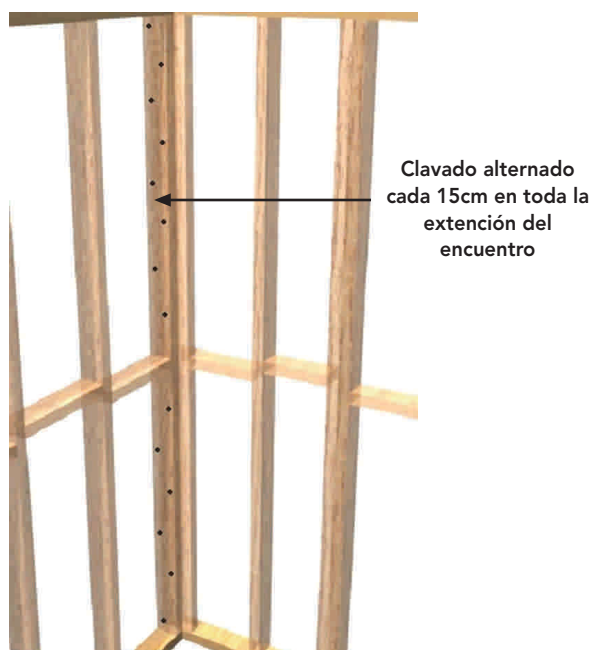
De lo ilustrado en la Figura 10 - 29, la alternativa (A) corresponde a la situación óptima de clavado en las piezas componentes de tabiques en general, ya que cada clavo es fijado ortogonalmente en cada unión entre piezas.



La alternativa (B) difiere de la anterior en que las transversales cortafuego (cadenetas) son colocadas en un solo eje horizontal, lo que lleva a que la unión de cada uno es efectuada en forma ortogonal, sólo por uno de sus costados. La fijación por el lado contrario debe ser ejecutada en forma inclinada, denominada "clavo lancero" (ver unidad de uniones y anclajes). Esta solución sólo es aconsejable cuando la fijación de tableros de madera o placas de revestimiento es colocada en forma horizontal.

Por último, la alternativa (C) corresponde a la forma óptima de clavado en transversales cortafuego, ya que al utilizar dos ejes paralelos de ubicación desfasados entre sí, el clavado de cada cadeneta puede ejecutarse ortogonalmente por cada costado del pie derecho respectivo.

La fijación del resto de los componentes de un muro o tabique debe ser realizada siguiendo patrones mínimos en cuanto a cantidad y distanciamiento. En esta categoría están por ejemplo:



**Figura 10 - 30:** Encuentro clavado de tabiques con distribución longitudinal en ejes alternados cada 15 cm.

- El clavado de todo pie derecho que se ubica en el extremo de un muro o tabique, que se une a igual pieza de otro. En este caso se debe realizar con clavos distribuidos en forma regular y longitudinal, distanciados cada 15 cm en ejes alternados, cuando la superficie expuesta de la pieza que se fija lo permite.



**Figura 10 - 31:** Tabiques ya estructurados en el primer piso de una vivienda. Durante el proceso de clavado y fijación, es primordial el control geométrico como: alineación, verticalidad (plomada), anchos, largos y espesores con respecto al diseño planimétrico y altimétrico de la vivienda.



**Figura 10 - 32:** Clavado de un encuentro entre tabiques con control de verticalidad (nivel de mano), según la descripción anterior.

- El clavado de toda pieza vertical en contacto paralelo con otra y que forma parte del muro o tabique, debe ejecutarse con idéntico criterio.
- Cuando se realiza el clavado de piezas en forma longitudinal, es decir cada 15 cm en ejes alternados, no es conveniente que los clavos utilizados traspasen ambos componentes que se fijan, pues con ello sólo se obtiene como resultado el debilitamiento de las piezas que se unen y una baja resistencia a la extracción de los clavos. Por ejemplo, si se realiza el clavado longitudinal de la solera de amarre a la solera superior del elemento, o de la jamba a su respectivo pie derecho lateral, es preferible utilizar clavos de 3 1/2", que perforar y traspasar ambas piezas con clavos de 4".

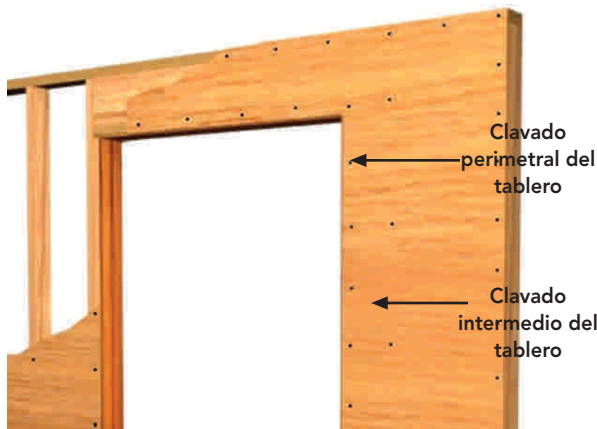
### 10.6.1.1 Clavado o fijación de tableros estructurales

- Los tableros contrachapados pueden ser especificados según sus propiedades mecánicas informadas por el fabricante, según requerimientos del diseño estructural, en espesores de 9, 10 y 12 mm. Las dimensiones estandarizadas de los tableros son de 1,22 x 2,44 m.
- Los tableros de hebras orientadas (OSB) pueden ser especificados según las propiedades mecánicas informadas por el fabricante, según requerimientos del diseño estructural, en espesores de 9,5 y 11,1 mm. Las dimensiones estandarizadas de los tableros son de 1,22 x 2,44 m.



**Figura 10 - 33:** Fijación de contrachapado estructural al entramado por medio de clavadoras de aire comprimido.

Los tableros estructurales deben ser fijados a la estructura de los tabiques por medio de clavos o tornillos, cumpliendo patrones de cantidad mínima, distribución y ubicación:



**Figura 10 - 34:** Tablero fijado sobre entramado vertical y distribución de las fijaciones.

#### 10.6.1.1.1 Cantidad y distribución de fijaciones

La cantidad de fijaciones está determinada por la distribución y disposición de las piezas de madera que conforman los entramados.

El perímetro del tablero contrachapado o tablero de hebras orientadas debe llevar una fijación (clavo corriente, helicoidal o tornillo autoperforante), distanciada cada 10 a 15 cm entre sí, y se entenderá como tal, a todo borde de tablero que se apoye en:

- Soleras superior e inferior
- Solera de montaje y de amarre
- Pie derecho de encuentro entre tableros
- Borde de vanos en puertas y ventanas (jamba, dintel y alféizar)

En algunos casos, es recomendable que en la fijación del tablero colaboren cordones adherentes encolados, lo que permite distancias mayores entre fijaciones perimetrales.

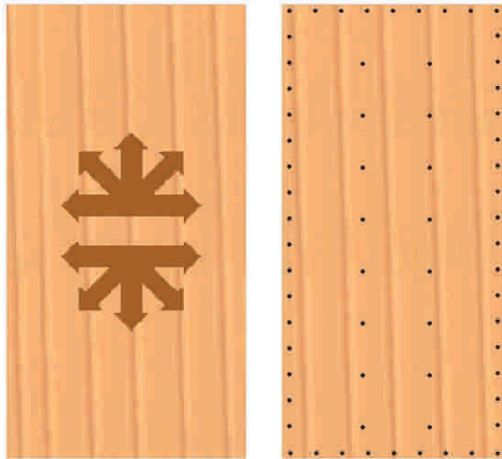
Toda línea de clavado o atornillado a piezas intermedias debe llevar una fijación cada 20 cm en pie derecho intermedios y transversales cortafuego.

En caso de utilizar cordón adherente encolado, la distancia entre fijaciones intermedias puede aumentar.

- Si la fijación de los tableros se realiza con clavo corriente o helicoidal, se recomienda que su largo mínimo sea de 2 1/2".
- En el caso de utilizar tornillos autoperforantes, se recomienda utilizar unidades de 1 5/8" como mínimo.
- La línea de clavado o atornillado perimetral de los tableros debe estar a una distancia mínima del borde no inferior a 10 mm.
- La fijación de tableros estructurales en sus bordes, debe realizarse en forma perpendicular al tablero.

#### 10.6.1.1.2 Orden de clavado o atornillado del tablero

Se debe efectuar desde el centro del tablero hacia los bordes, tal como se ilustra en la Figura 10 - 35.



**Figura 10 - 35:** Orden y distribución de fijación de tableros estructurales. Una fijación cada 10 a 15 cm en todo el borde perimetral y cada 20 a 30 cm en el interior.

### 10.6.2 Anclaje inferior de tabiques

Los tabiques, tanto soportantes como autoportantes, deben ser correctamente anclados a:

- Base de apoyo, sea ésta una plataforma de hormigón o de madera. Lateralmente a otros muros o tabiques con los que se produce un encuentro y,
- Superiormente a estructuras de entrepiso o de techumbre.

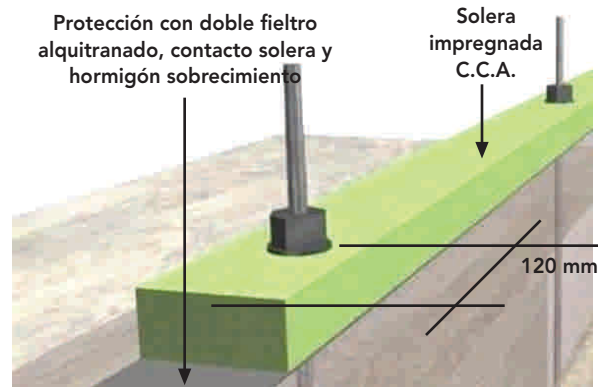
Para asegurar el buen comportamiento estructural del esqueleto integral de la vivienda ante esfuerzos estáticos y dinámicos, es absolutamente necesario considerar los procedimientos mínimos de anclaje de los entramados verticales.

#### 10.6.2.1 Anclaje de tabiques soportantes a fundación continua o aislada de hormigón

En este caso, según sea la alternativa de fundación utilizada al momento de ejecutar el hormigonado de sobrecimiento o viga de fundación, una solución aconsejable y segura fuera de otras entregadas por plano de cálculo, es la colocación de espárragos de acero estriado (A44-28H, Ø 10 a 12 mm) o barras hiladas de igual diámetro para recibir golilla y tuerca, perfectamente alineados y aplomados.

El espárrago o barra hilada para anclaje debe quedar incorporada (empotrada) a la masa de hormigón, mínimo 20 cm de profundidad.

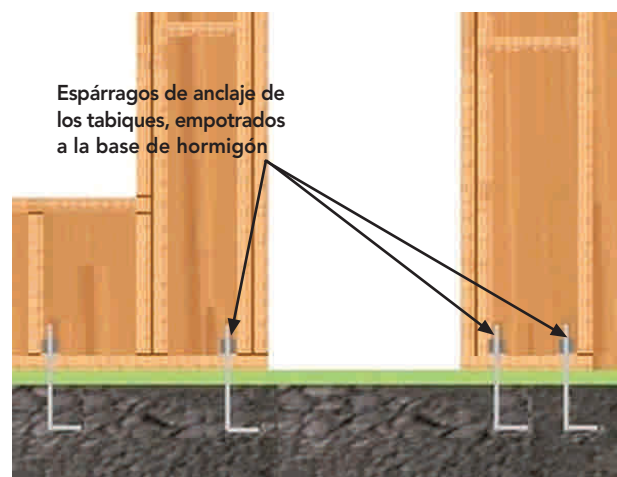
Sea un espárrago o una barra hilada, el elemento de anclaje debe dejarse con una escuadra o gancho de a lo menos 5 cm de longitud.



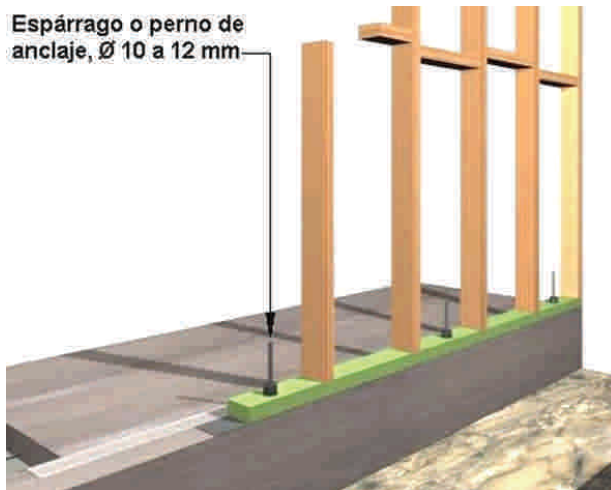
**Figura 10 - 36:** Detalle constructivo de la distribución de espárragos o barras de anclaje. Espaciamiento de 120 mm entre el último perno y el extremo del término del tabique.

La ubicación, tanto de espárragos como de pernos hilados, debe ser definida por el diseño estructural. En general, se acepta el criterio de distribución siguiente:

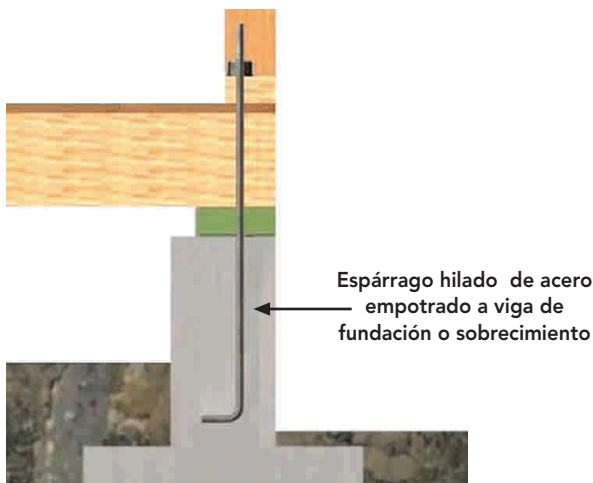
- Un anclaje en cada extremo de los tabiques soportantes, respetando un espaciamiento mínimo de 120 mm entre dicho anclaje (perno) y el extremo del tabique
- Un anclaje a cada costado en vanos de puertas
- Un anclaje cada 80 cm máximo en extensión sobre la solera inferior



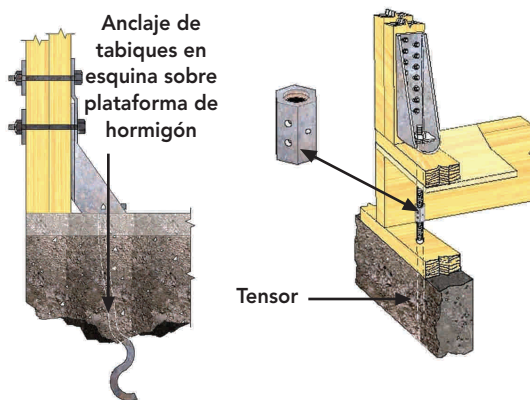
**Figura 10 - 37:** Distribución de espárragos o pernos de anclaje según criterio expuesto de tabique soportante con solera de montaje.



**Figura 10 – 38:** Anclaje de tabique soportante a fundación continua sin solera de montaje.



**Figura 10 – 39:** Ejemplo de anclaje de muro perimetral a plataforma de madera y al sobrecimiento de hormigón simple de la fundación continua.

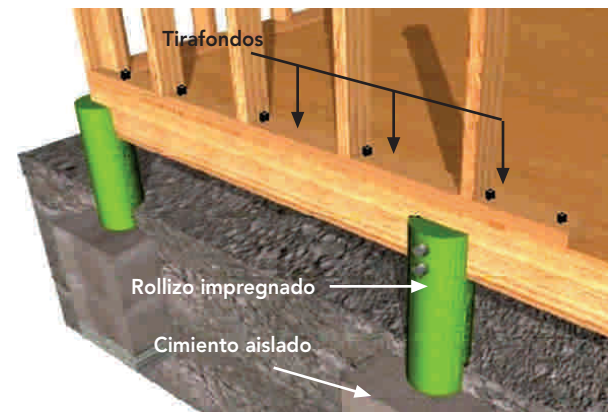


**Figura 10 – 40:** Anclaje que permite privilegiar el traspaso directo de los componentes sísmicos, desde el pie derecho a la fundación y no a la solera inferior, como usualmente se soluciona (anclaje aplicado normalmente en tabiques soportantes de esquina).

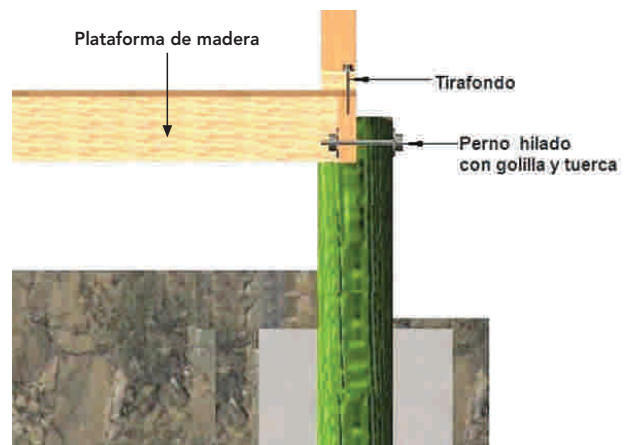
### 10.6.2.2 Anclaje de tabiques soportantes a fundación aislada en plataforma de madera

La unión de la solera inferior del tabique como la de montaje (en caso de ser proyectada) a la plataforma de madera, se recomienda con tirafondos de 12 mm mínimo de diámetro u otro sistema que especifique el plano de estructuras (Figura 10 - 41).

Los tirafondos deben fijarse a vigas principales, secundarias o componentes de apoyo de la plataforma, cuya distribución, dimensiones y forma de instalación se especifican en el plano de estructuras.



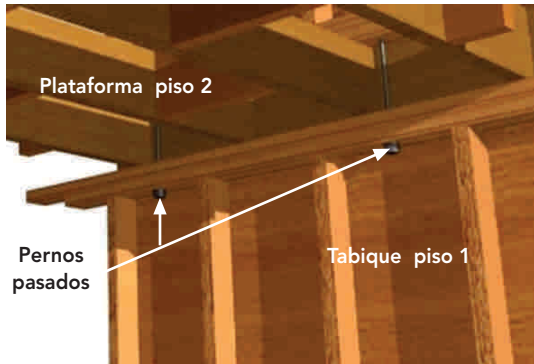
**Figura 10 – 41:** Ubicación de los tirafondos en la solera inferior del tabique soportante perimetral. En este caso se especifica solera base de montaje.



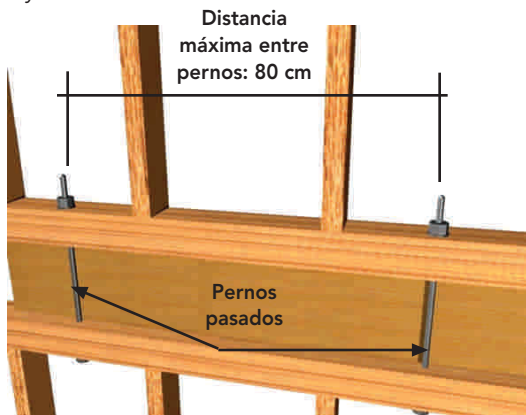
**Figura 10 – 42:** Anclaje de tabique perimetral soportante con tirafondos a viga principal de la plataforma de madera montada sobre pilotes.

En el caso de anclaje de tabiques soportantes a plataforma de entepiso, el cálculo considera varios factores según la situación, lo que implica especificar anclajes especiales (Figura 10-43 y 44).

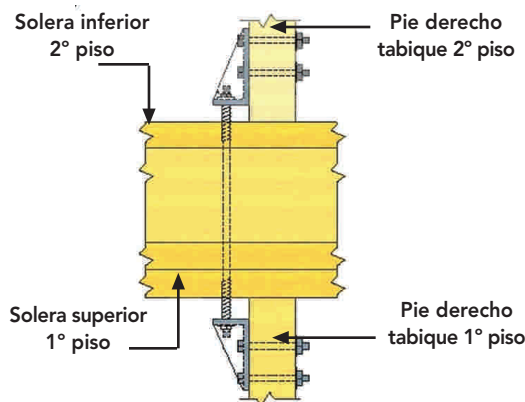
Si las condiciones del medio por acción del viento son extremas, el cálculo considera para los tabiques de cerramiento (tabiques soportantes) del segundo piso, que el anclaje se realice mediante pernos de acero hilados de 12 mm de diámetro, que traspase ambas soleras y se fije con golilla y tuerca (Figura 10- 45).



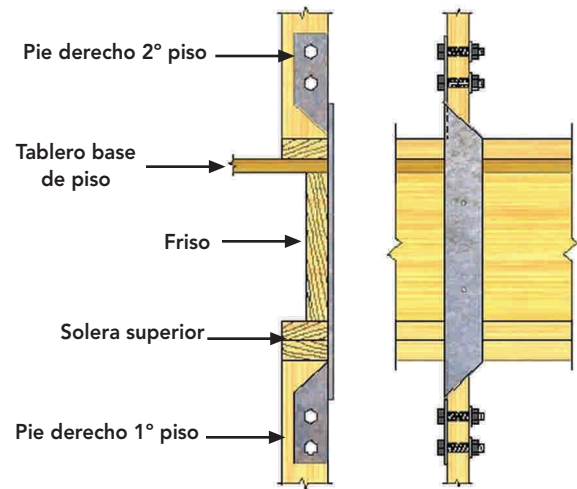
**Figura 10- 43:** Anclaje del tabique soportante del 2º piso a la estructura de plataforma (entrepiso). Unión de las soleras: superior, amarre e inferior con perno de acero de diámetro de 12 mm con golilla y tuerca.



**Figura 10 – 44:** Vista en primer plano de anclajes, dispuestos cada 0,80 m uniendo las tres soleras.



**Figura 10 – 45:** Solución de anclaje especial mediante un espárrago de acero se transmiten, los esfuerzos entre pie derecho del tabique del 2º piso al pie derecho del 1º piso.



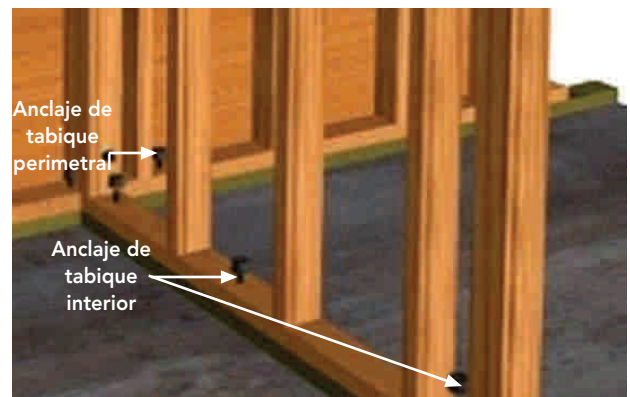
**Figura 10 – 46:** Anclaje especial metálico que permite transmitir los esfuerzos desde los pie derecho del tabique del segundo piso a los pie derecho del primer piso.

### 10.6.2.3 Anclaje inferior de tabiques autosoportantes

El anclaje inferior en general se debe realizar de igual forma que los tabiques soportantes. Sin embargo, en algunos casos, no es necesaria la utilización de espárragos o pernos hilados.

#### 10.6.2.3.1 Anclaje a plataforma de hormigón

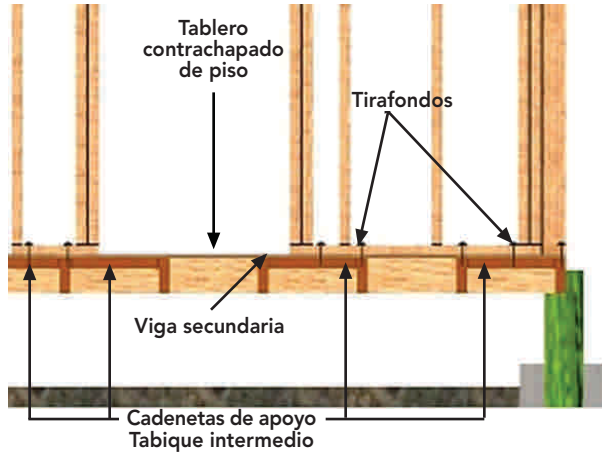
Sobre plataformas de hormigón, el anclaje puede realizarse por medio de pernos de expansión o espárragos de menor diámetro (por ejemplo, barras de acero liso de  $\varnothing 6$  mm).



**Figura 10 – 47:** Anclaje de tabiques soportantes y autosoportantes a plataforma de hormigón.

#### 10.6.2.3.2 Anclaje a plataforma de madera

Sobre plataformas de madera, basta la utilización de tirafondos en los puntos de apoyo, es decir, vigas principales y cadenas de estructuración. En aquellos puntos en que por motivos de distribución, no se encuentre una viga o cadena de apoyo, se recomienda incorporarlos de manera de garantizar el anclaje de la solera inferior del tabique a la estructura.



**Figura 10 – 48:** Anclaje de tabique autosoportante a plataforma de madera por medio de tirafondos. Por la trasera de la placa arriostrante de la plataforma (contrachapado de piso), se incorpora una pieza de igual escuadría a las cadenas, coincidente en dirección del tabique, lo que permitirá unir la solera inferior del tabique a la plataforma.

### 10.7 SOLUCIÓN DE ENCUENTROS ENTRE TABIQUES

El encuentro entre tabiques requiere del cumplimiento de ciertos criterios y exigencias, que permitirán incluir la función de estructuración con cualquier método de prearmado que se aplique, con el objeto de:

- Lograr una adecuada unión entre tabiques que se encuentran.
- Obtener la resistencia adecuada a las solicitaciones exigidas, con la cantidad de elementos de unión que se requieren.
- Conseguir una base adecuada para el encuentro de los revestimientos interiores y exteriores, permitiendo una fijación segura de estos como se observa en las figuras 10 - 57 / 62 / 63.

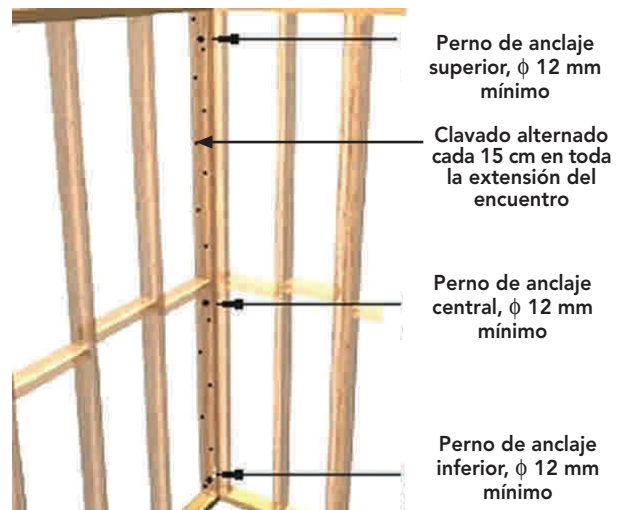
En cada encuentro entre tabiques soportantes, una vez que estos ya han sido montados y aplomados en obra; especialmente en los vértices conformados por los elementos perimetrales, debe colocarse a lo menos tres pernos de anclaje de diámetro mínimo de 12 mm, con golilla y tuerca.

La longitud de los pernos en cada encuentro dependerá exclusivamente de la cantidad y disposición de las piezas que conforman la unión (generalmente entre 5" y 8").

La distribución y ubicación recomendada para la perforación y colocación de pernos de anclaje debe ceñirse a los siguientes criterios:

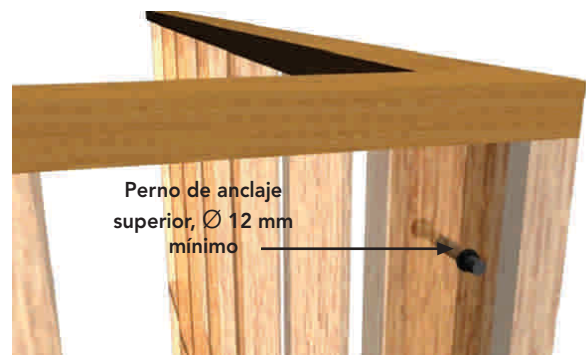
- Un perno de anclaje entre 5 a 10 cm por debajo de la solera superior del muro
- Un perno de anclaje en sector central de la altura total del muro
- Un perno de anclaje entre 5 a 10 cm por sobre la solera inferior del tabique

Hay que tener presente, que el diámetro de la perforación debe ser idéntico al del perno de anclaje, es decir,  $\varnothing = 12 \text{ mm}$ .



**Figura 10 – 49:** Distribución de pernos de anclaje en encuentro estructural de tabiques soportantes en esquina.

Es necesario proyectar adecuadamente el encuentro entre uno o más tabiques soportantes, ya que corresponden a puntos de unión críticos en cuanto a la transmisión de esfuerzos horizontales. Para ello es recomendable incorporar las piezas de madera requeridas para dicha unión desde la planta de prefabricación (planta externa o en obra).



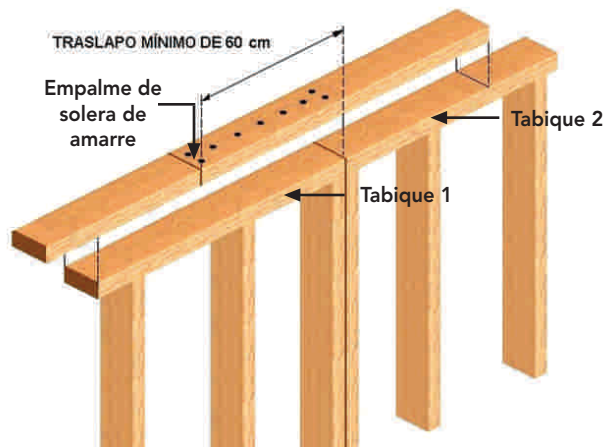
**Figura 10 - 50:** Encuentro en esquina de tabiques soportantes con pernos de anclaje lateral de diámetro no inferior a 12 mm.

Los diferentes tipos de unión o encuentro entre tabiques son:

### 10.7.1 Encuentro de tabiques colindantes

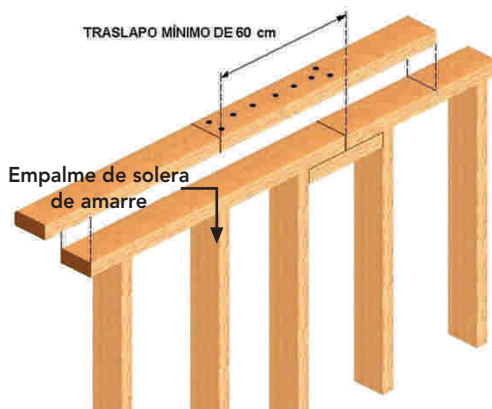
Es aquel en que dos tabiques soportantes o simplemente divisorios, se unen en uno de sus extremos, conformando entre ellos una continuidad con un eje central común.

Corresponde a la más simple de las uniones entre elementos verticales. Sin embargo, se debe tener especial atención a la unión en sí, verificando la colocación de los pernos de anclaje y que la unión, tanto de la solera de montaje como de la solera de amarre, quede traslapada a lo menos en 60 cm de la solera inferior y superior respectivamente.



**Figura 10 – 51:** Traslapo mínimo de solera de amarre sobre unión de tabiques colindantes. Disposición de 9 clavos de 4" según cálculo.

Una variante importante a considerar en este tipo de unión es la prefabricación de los tabiques en obra sobre la plataforma, ya que al prearmar los elementos en longitudes mayores, se producen discontinuidades por la limitante del largo comercial de las piezas utilizadas.

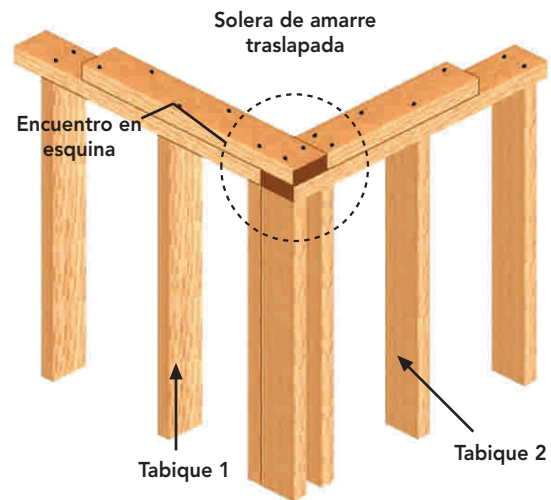


**Figura 10 - 52:** Estructuración de empalme de solera superior de tabiques colindantes respecto de la solera de amarre. Disposición de 9 clavos de 4", según cálculo.

### 10.7.2 Encuentro en esquina

Se define como el encuentro entre dos tabiques (soportantes y/o divisorios) que conforman un ángulo determinado entre sí, generalmente ortogonal.

Al igual que en el caso anterior, tanto la solera de montaje (en caso de ser incorporada), como la solera de amarre, deben fijarse alternadamente con respecto a las soleras inferior y superior de los entramados que se unen.

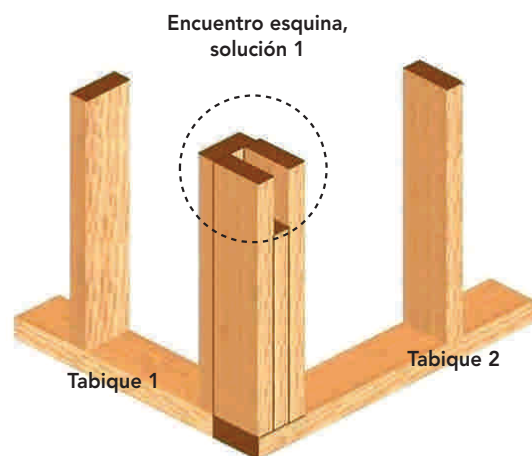


**Figura 10 – 53:** Unión alternada de solera de amarre y solera superior de tabiques en encuentro esquina. También válido para solera basal e inferior de los elementos.

Para la unión esquina pueden utilizarse las siguientes opciones:

- **Solución 1:**

Recomendable para encuentros entre tabiques en los cuales descansa el segundo piso de la vivienda.



**Figura 10 – 54:** Solución 1 para encuentro entre muros.

• **Solución 2 :**

Se recomienda para tabiques soportantes en viviendas de un piso y para todo encuentro de tabiques autoportantes.

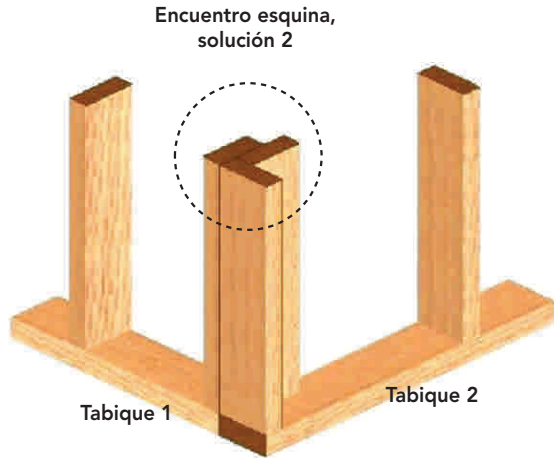


Figura 10 - 55: Solución 2 para encuentro esquina entre tabiques soportantes de un piso o tabique autoportante.

• **Solución 3:**

Sólo es aplicable en encuentro entre tabiques autoportantes, dejando al mismo tiempo, la superficie necesaria para la fijación de los revestimientos.

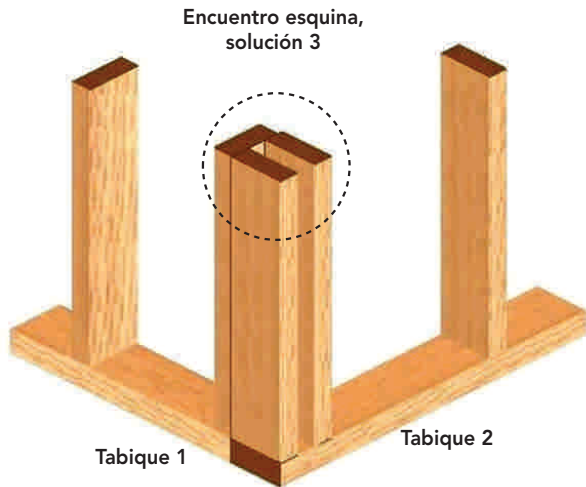


Figura 10 - 56: Solución 3 para encuentro esquina de tabiques autoportantes.

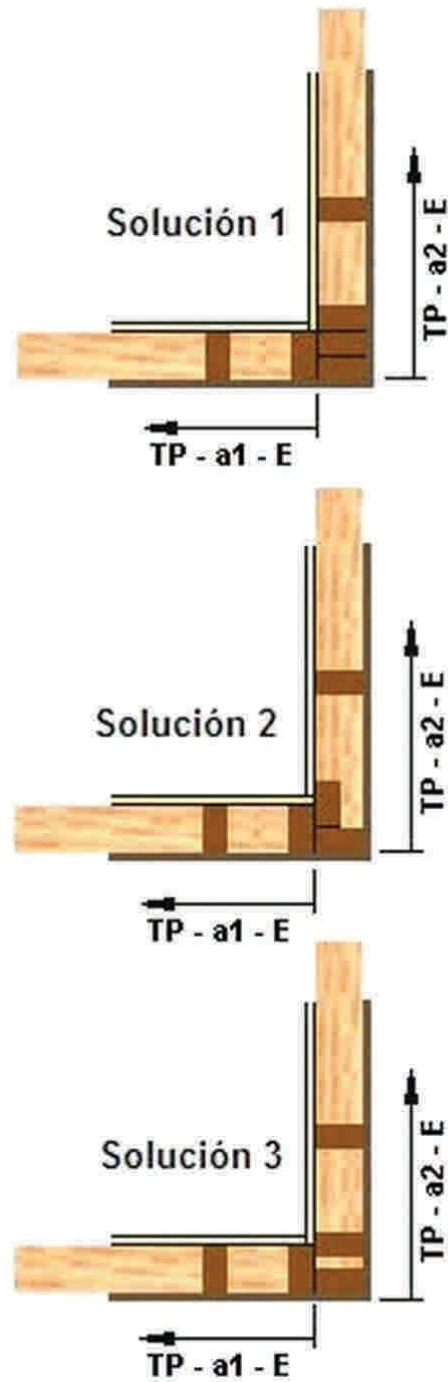


Figura 10 - 57: Vista en planta de soluciones 1,2 y 3 para el encuentro de muros y / o tabiques en ángulo.



### 10.7.3 Encuentro en "T"

Es aquel en que dos o más entramados verticales, sean o no soportantes, se unen ortogonalmente entre sí.

Tal como se ilustra en la Figura 10 - 58, la solera de amarre del tabique 2 (interior, por ejemplo) debe apoyarse para ser unida a la solera superior del tabique 1 (exterior), detalle fundamental para lograr un buen comportamiento estructural del conjunto.

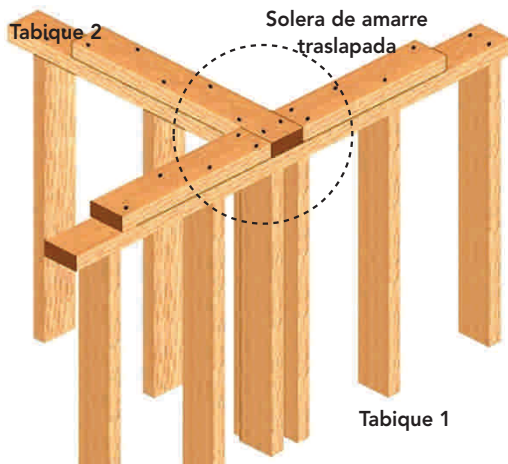


Figura 10 - 58: Empalme alternado de soleras de amarre en un encuentro de tabiques en "T".

Para encuentros en "T" se presentan las siguientes alternativas de unión:

- **Solución 1**

Tabique que se une de tope y en "T" en un sector intermedio de otro. Es utilizable en tabiques soportantes y divisorios.

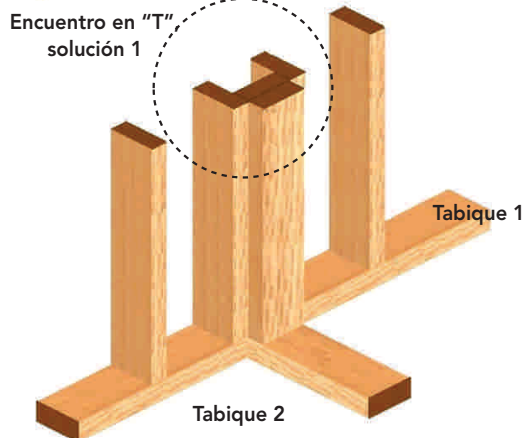


Figura 10 - 59: Solución 1 para encuentro "T" de tope para dos tabiques.

- **Solución 2**

Tabique que se une en "T" de forma encastrada a otros dos colindantes. Es aplicable en encuentros entre tabiques soportantes y autosoportantes, dejando al mismo tiempo la superficie necesaria para la fijación de los revestimientos.

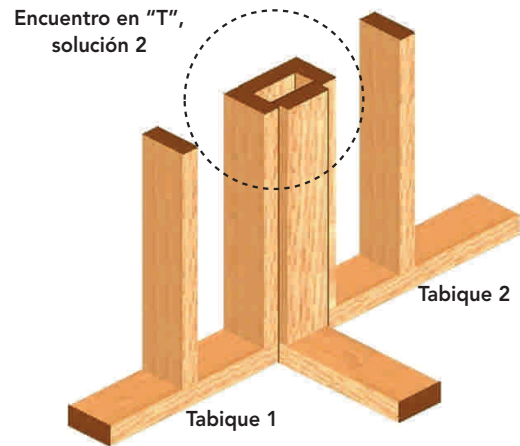


Figura 10 - 60: Solución 2 para encuentro de 3 tabiques en "T".

- **Solución 3**

Tabique que se une de tope y en "T" a otro en un sector intermedio. Es aplicable en encuentros entre tabiques autosoportantes.

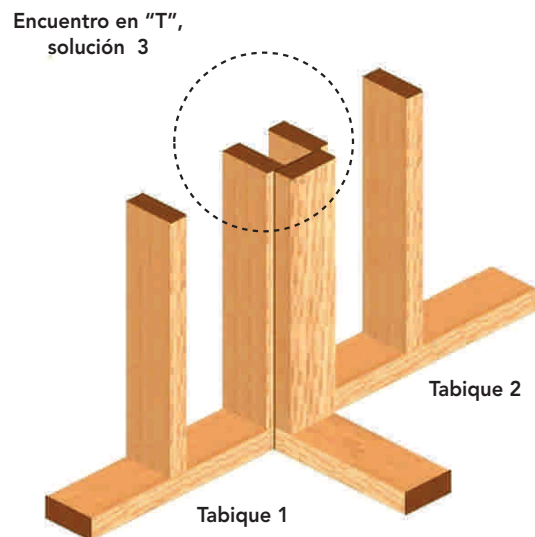


Figura 10 - 61: Solución 3 para encuentro de dos tabiques en "T".

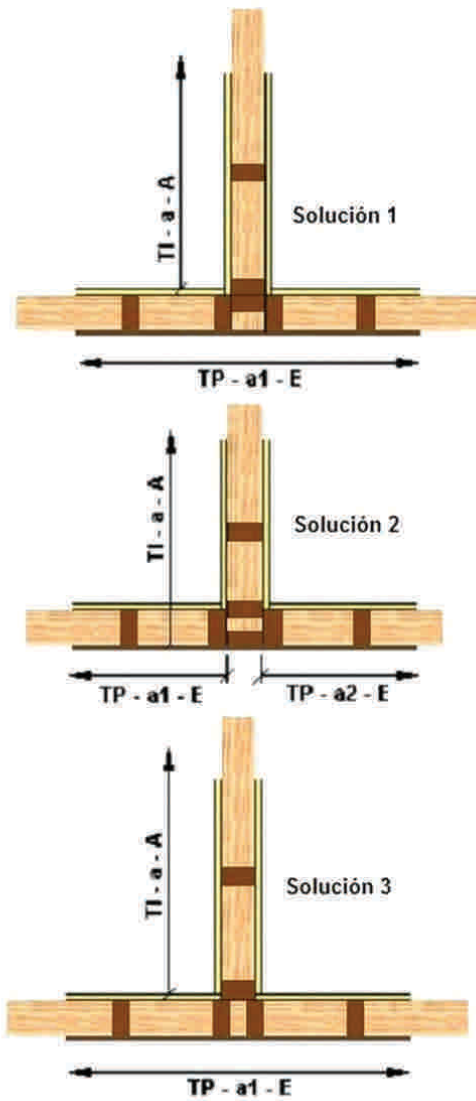


Figura 10 – 62: Vista en planta para el encuentro entre muros y tabiques unidos en "T".

#### 10.7.4 Encuentro en cruz

Corresponde a una variante de la unión en "T", en la cual el tabique que se une ortogonalmente a otro se prolonga, colindante o encastradamente, más allá del punto de unión.

Para este caso, la solera de montaje y la de amarre deben fijarse en forma alternada.

Esta situación se puede resolver por medio de una de las dos alternativas que se presentan a continuación, independiente de si se trata de tabiques soportantes o divisorios (autosoportantes).

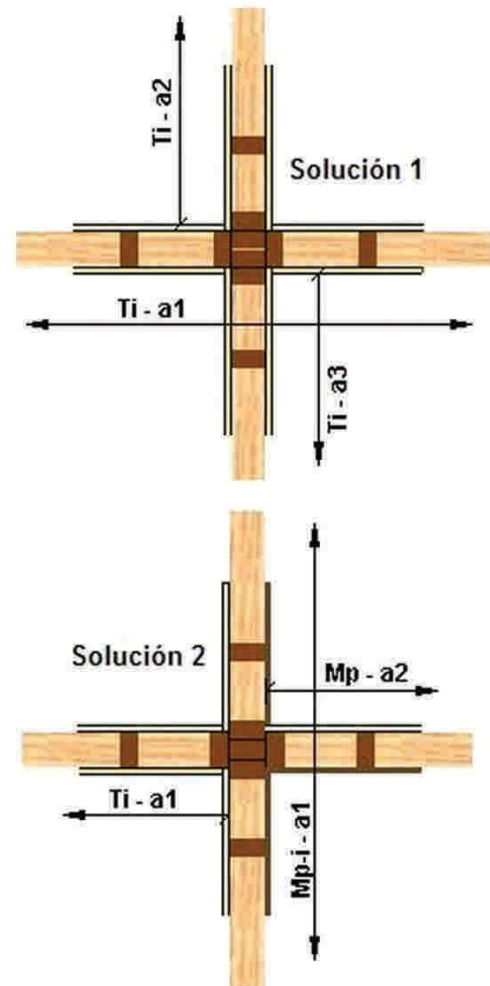


Figura 10 – 63: Soluciones de encuentro entre tabiques unidos en cruz.

Independiente del tipo de encuentro de elementos verticales que se presente o del tipo de opción que se adopte para resolver su fijación, debe definirse en los planos de fabricación y montaje distancia y posicionamiento exacto de la o las piezas de madera requeridas para dicho fin.

## 10.8 ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ENTRAMADOS VERTICALES

### 10.8.1 Introducción

El Sistema Plataforma para la construcción de viviendas permite la prefabricación de la gran mayoría de sus elementos. En este aspecto, los entramados verticales son elementos determinantes en la velocidad de construcción y calidad final de la vivienda.

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

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

### 10.8.2 Aspectos del diseño arquitectónico

Una vez que se hayan determinado las dimensiones definitivas de los recintos para una o más plantas de la vivienda, es fundamental estudiar dichas medidas para ajustarlas a la modulación que se defina para los tabiques que conformarán los cerramientos y las divisiones interiores. Estos deben ser múltiplos de los largos comerciales de las piezas de Pino radiata, de escuadrías 2" x 3" y 2" x 4" de 2,40 m; 3,20 m o 4,80 m de largo.

Igualmente la altura de los tabiques se relaciona con los tableros estructurales de madera (terciado fenólico o el de hebras orientadas), de medidas 4 x 8 pies, es decir, 122 x 244 cm (ancho y alto respectivamente).

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

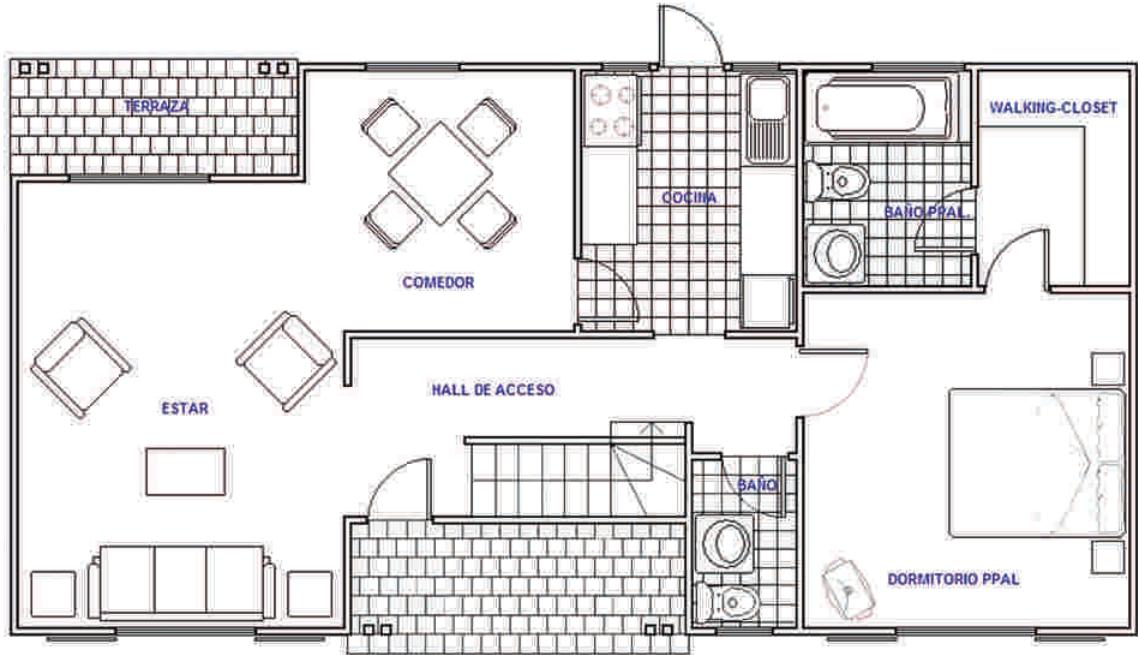
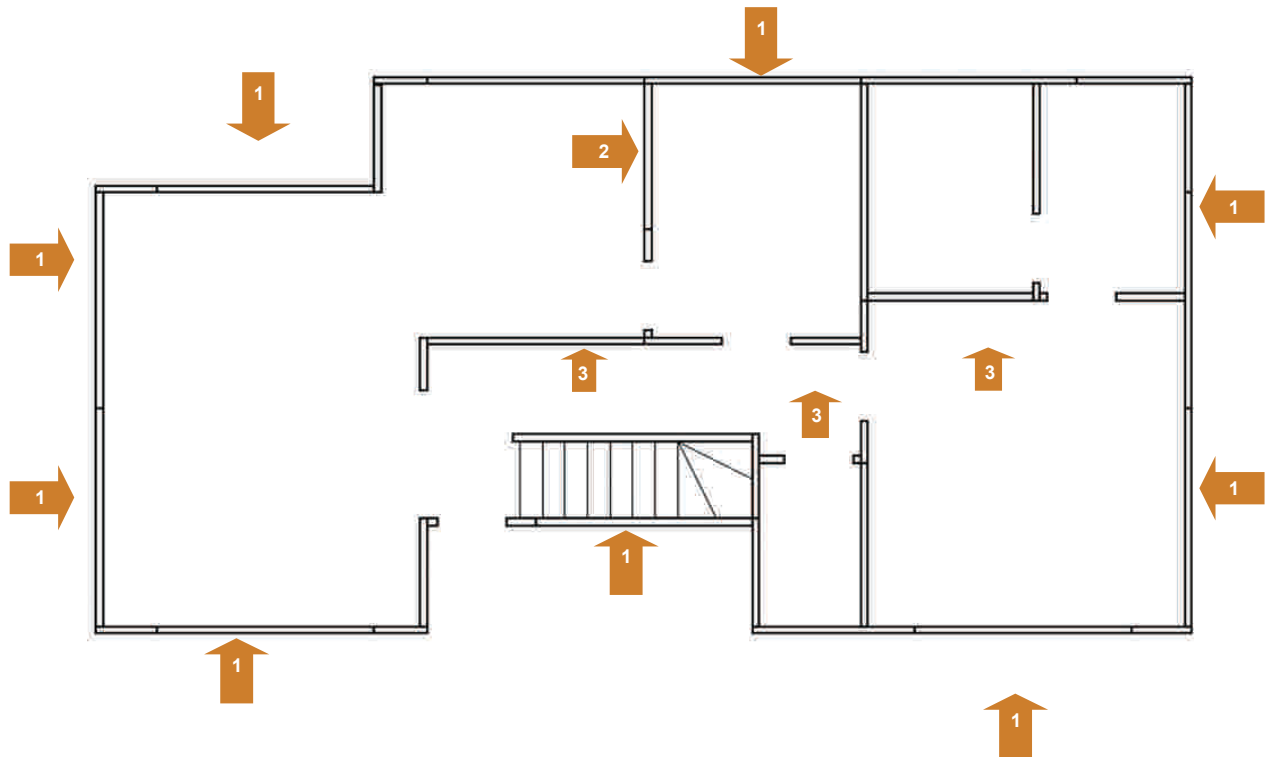


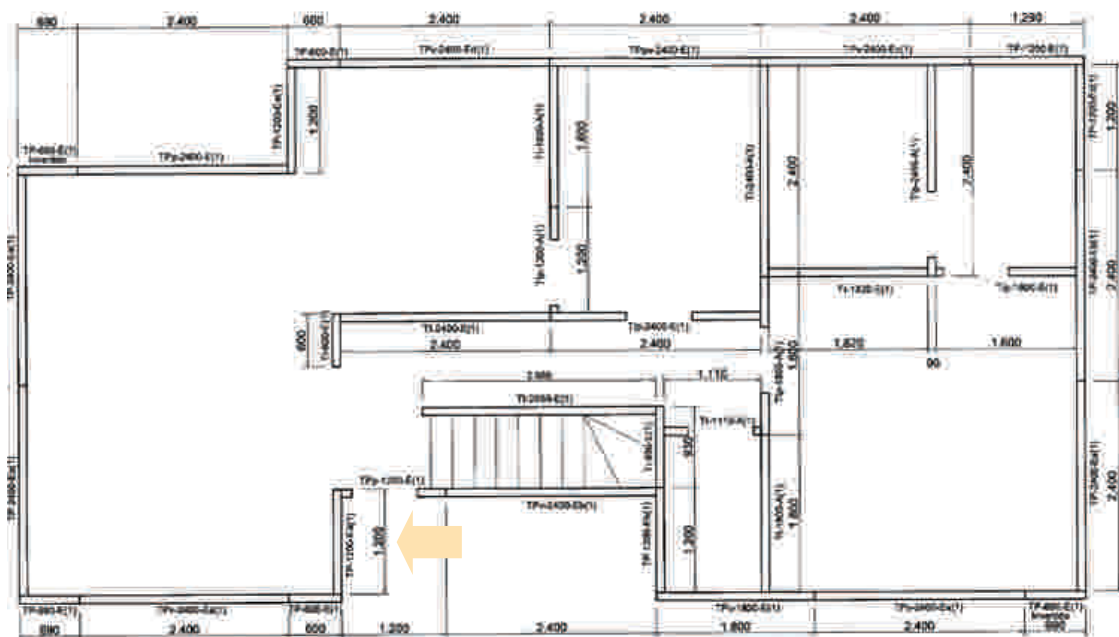
Figura 10 – 64: Plano planta de arquitectura del primer piso con distribución de recintos.



- 1 Vista de todo tabique perimetral : • desde el exterior de la vivienda
- 2 Vista de todo tabique interior vertical : • de izquierda a derecha.
- 3 Vista de todo tabique interior horizontal : • de abajo hacia arriba.

Figura 10 – 65: Plano de ubicación de los tabiques con modulación principal a 2,40m y sub-múltiplos (1,20 m; 0,60 m).

## PLANTA MODULACION DE TABIQUES PRIMER NIVEL



**Figura 10 – 66:** Plano de planta con ubicación exacta de cada tabique con su dimensión y características principales. Se puede observar que son mínimos los tabiques con dimensiones especiales. Por eso es necesario ajustar las medidas definitivas en el plano planta de arquitectura.

### Interpretación de la designación de tabiques:

#### Ejemplo TP -1200 -E (1)

TP = Tabique Perimetral

1200 = Ancho de tabique en milímetros

E = Estructural Cara exterior revestida con terciado Fenólico u OSB

(1) = Perteneciente al 1° piso

### 10.8.2.1 Vista en elevación de tabiques

Tal como se observa en la Figura 10 - 66, para la representación de tabiques en los planos de fabricación, su elevación debe ser interpretada según el siguiente orden de vista:

#### a) Tabiques soportantes perimetrales

Los tabiques soportantes perimetrales siempre se representan en los planos de fabricación y montaje en elevación, vistos desde el exterior de la vivienda, acotando el posicionamiento de cada pieza y su distribución por medio de los cortes transversales que sean necesarios para dicho fin.

Generalmente se requiere de dos cortes, uno en sección horizontal y otro en sección vertical.

De esta forma se establece que, en la cara a la vista de la elevación y va clavado o atornillado el tablero estructural especificado para la función de arriostramiento del elemento.

Por medio de trazos en línea segmentada se debe señalar los bordes de clavado y distribución del tablero, con respecto a la distribución de componentes de madera que conforman el tabique.

#### b) Tabiques interiores en vertical

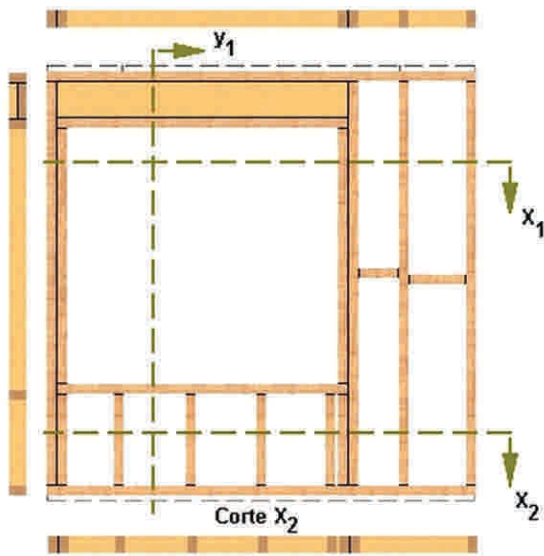
Vistos en el plano en forma vertical, se representan en elevación, de izquierda a derecha (flechas apuntando hacia la derecha en Figura 10 - 65).

#### c) Tabiques interiores en horizontal

Vistos en el plano en forma horizontal, se representan en elevación, vistos de abajo hacia arriba (flechas apuntando hacia arriba en Figura 10 - 65).

Otro aspecto esencial que debe ser claramente definido en los planos de fabricación y montaje, son la ubicación, cantidad, distribución y acotamiento de todas y cada una de las piezas que componen el tabique.

Como se observa en la elevación de la Figura 10 - 67, a la cabeza y al pie de cada tabique señalado en los planos, se debe representar un corte transversal que define y acota la ubicación y posicionamiento de la totalidad de los componentes del elemento.



**Figura 10 - 67:** Elevación con información necesaria para la fabricación y montaje del tabique en obra.

El corte o perfil superior que se considera pasando por el vano de puertas y/o ventana, debe tener líneas de acotamiento (Figura 10 - 67, Corte x1) que definan el posicionamiento de los siguientes componentes:

- De las piezas requeridas para la unión del tabique con otro, ya sea en encuentro "colineal", en "esquina", o en "T".
- Del vano de ventana (o puerta según corresponda), como rasgo libre en obra gruesa sin considerar centros y/o marcos.

El perfil inferior se considera pasando a media altura del tabique o por debajo de antepechos de ventanas, cuando corresponda (Figura 10 - 67, Corte x2). La principal finalidad de esta línea de acotamientos es definir la distribución modular de todo componente vertical (pie derecho, jambas, muchachos y puntales de dintel), que cumple con la función de componente soportante de los revestimientos.

Finalmente, la línea de acotamiento y corte transversal vertical (Figura 10 - 67, Corte y1) define y posiciona información relacionada con:

- Altura de fabricación del tabique
- Altura final del tabique con componentes independientes (solera basal de montaje y solera de amarre)
- Altura de dinteles de puertas y ventanas
- Altura de antepechos en ventanas
- Altura y posición de transversales cortafuego (cadenetas)
- Altura y posición de refuerzos para la fijación de muebles de cocina (base y mural) u otros
- Altura y posición de refuerzos para la fijación de artefactos sanitarios o de equipamiento
- Refuerzos para estructuración de clósets
- Refuerzos para estructuración de escalas

Otro aspecto fundamental que debe ser incorporado en los planos de fabricación y montaje, en los casos que corresponda, es la cantidad y ubicación de pernos de anclaje lateral entre tabiques soportantes, en encuentros de tipo colineal u ortogonal.

#### 10.8.2.2 Nomenclatura básica para la fabricación, designación y ubicación de los tabiques

Dependiendo del tipo de tabique, de los materiales que lo componen y del servicio que prestará, es necesario establecer una nomenclatura básica e inequívoca, que permita conocer las características de uso y destino del tabique que se está observando.

Para dar una correcta caracterización a los tabiques que conforman la vivienda, es necesario presentar parámetros orientados a evitar confusiones e indefiniciones en el proceso de armado, lo que evitará el posterior desarmado, ajuste y rearmado del elemento constructivo en obra:

- Identificar si se trata de un tabique soportante o un tabique autosoportante.
- Identificar si el tabique soportante se ubica en el perímetro o en el interior de la vivienda.
- Definir y acotar su ancho y altura de fabricación.

- Identificar a qué nivel corresponde el elemento constructivo, sea soportante o no (si es de 1° o 2° piso).
- Identificar si el tabique se especifica en dos o más lugares de la vivienda.
- Identificar si el tabique se repite en otro sector de la vivienda, pero en forma invertida o abatido en 180°, sobre uno de sus ejes de simetría.
- Especificar si existe alguna condición especial en el proceso de fabricación y/o montaje.

Como una forma de establecer un ordenamiento mínimo y una caracterización resumida y precisa de un tabique en la etapa de diseño, se deberá tomar en cuenta la siguiente nomenclatura básica.

#### a) Nombre genérico del tabique

Si se trata de un tabique soportante o autosoportante, éste deberá identificarse según el siguiente esquema:

- TS = Tabique soportante
- TA = Tabique autosoportante

#### b) Identificación de la ubicación del elemento (interior o exterior)

Independiente del tipo de función (estructural o no), debe identificarse su ubicación o zona de servicio:

- P = Perimetral o a la intemperie
- I = Ubicación interior

#### c) Identificación de vano de puerta o ventana

- $v_n$  = Vano de ventana
- $p_n$  = Vano de puerta

El subíndice n debe indicar el número correlativo o tipo de ventana o puerta según corresponda.

#### d) Definición o medida del ancho y altura del tabique

Ancho y altura del tabique expresado en milímetros. Por ejemplo: 2.400 x 2.359 mm.

#### e) Subíndice por tabique similar

Consiste en incorporar un subíndice a, b, c, etc. después de expresada su dimensión en milímetros, cuando se requiera caracterizar un tabique similar a uno anterior, pero que presenta diferencias en el posicionamiento o cantidad de piezas en el armado de uno o más de sus componentes.

#### f) Identificación de piso o nivel

Consiste en establecer la ubicación del elemento constructivo cuando se trate de viviendas de dos pisos o más:

- (1) = Muros o tabique de primer piso
- (2) = Muros o tabique de segundo piso

A continuación, se presentan algunos ejemplos para la identificación de tabiques de acuerdo al método descrito:

#### Caso 1: Tabique soportante perimetral ventana TSP $v_1$ -2400x2360a-(1)

Corresponde a las siguientes características de fabricación e identificación:

- Tabique soportante perimetral (el tablero estructural especificado va fijado en la cara del elemento a la vista en la elevación respectiva): TSP
- Contiene vano de ventana tipo " $v_1$ "
- El ancho del elemento es de 2.400 mm.
- La altura del elemento es de 2.360 mm.
- El elemento es de tipo "a"
- El elemento es de primer piso (1)

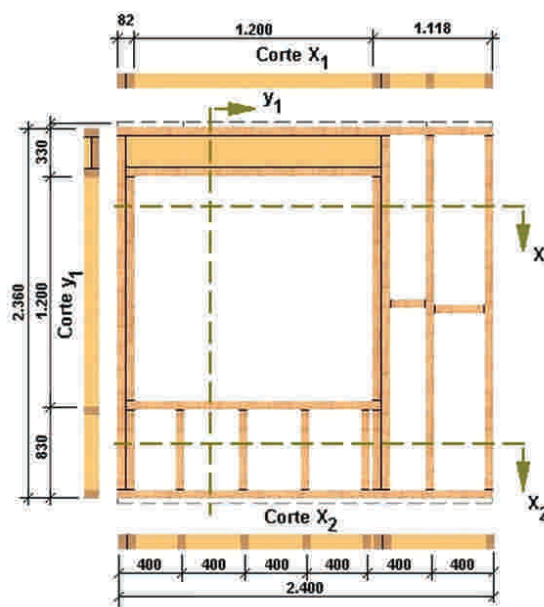


Figura 10 – 68: Elemento TSP $v_1$ -2400x2360a-(1)

**Caso 2: Tabique soportante perimetral**  
**TSP<sub>v1</sub>-2400x2360b-(1)**

Corresponde a las siguientes características de fabricación e identificación:

- Tabique soportante perimetral (el tablero estructural especificado va fijado en la cara del elemento a la vista en la elevación respectiva): TSP.
- Contiene vano de ventana tipo "v<sub>1</sub>"
- El ancho del elemento es de 2.400 mm
- La altura del elemento es de 2.360 mm
- El elemento es de tipo "b", ya que tiene una distribución de piezas distinta con respecto al anterior.
- El elemento es de primer piso (1)

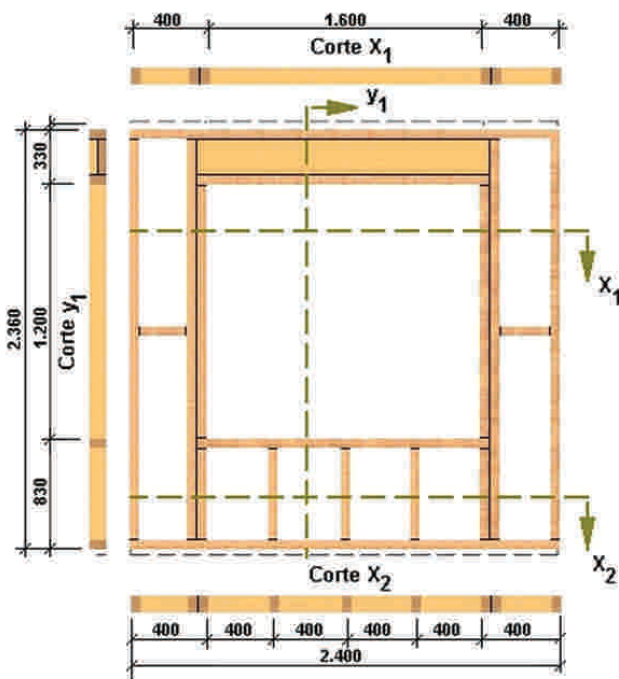


Figura 10 – 69: Tabique perimetral TSP<sub>v1</sub> – 2400 x 2360 b – (1).

**Caso 3: TSP p<sub>2</sub> v<sub>4</sub> – 2400 x 2360 - (1)**

Corresponde a las siguientes características de fabricación e identificación:

- Tabique soportante perimetral (el tablero estructural especificado va fijado en la cara del elemento a la vista en la elevación respectiva): TSP
- Contiene vano de puerta "p<sub>2</sub>" y vano de ventana "v<sub>4</sub>"
- El ancho del elemento es de 2.400 mm
- La altura del elemento es de 2.360 mm
- El elemento es único
- El elemento es de primer piso (1)

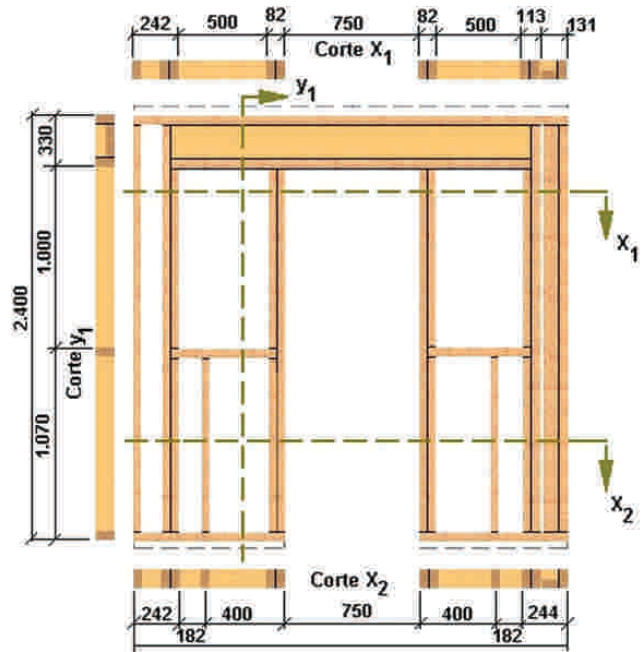


Figura 10–70: Tabique perimetral TSP<sub>p2v4</sub> -2400x2360-(1).



#### Caso 4: Tabique autosoportante TAI p<sub>3</sub>- 2040 x 2360-(1):

Corresponde a las siguientes características de fabricación e identificación:

- Tabique autosoportante interior: TAI
- Contiene vano de puerta tipo "p<sub>3</sub>"
- El ancho del elemento es de 2.040 mm
- La altura del elemento es de 2.360 mm
- El elemento es único
- El elemento es de primer piso (1)

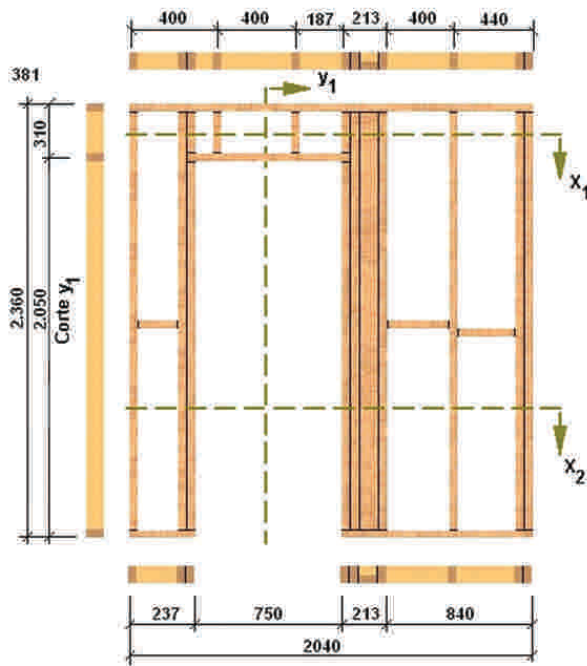


Figura 10 – 71: Tabique interior TAIp<sub>3</sub>-2040x2360-(1).

#### 10.8.2.3 Determinación del largo de muros o tabiques a prefabricar

Una vez definidos los aspectos de calidad de materiales utilizados y las bases de cálculo estructural que se usarán, es necesario tener presente una serie de criterios de diseño relevantes y complementarios para llevar a cabo la prefabricación de tabiques o entramados verticales.

En este aspecto, la longitud de fabricación de los tabiques que conforman la estructura de la vivienda es una variable que debe analizarse en profundidad al momento de iniciar esta actividad.

Los criterios a considerar se pueden subdividir en tres grupos:

##### • Condiciones de fabricación

Consiste en establecer si la fabricación de los tabiques se realizará en una planta de prearmado o en una planta en obra (también pueden ser prefabricados directamente sobre la plataforma de madera u hormigón), para posteriormente ser montados, arriostros y anclados en su lugar de destino.

El procedimiento que se establezca debe tener en consideración que, mientras mayor sea la distancia entre la ubicación física de la obra y la de prefabricación de los tabiques, más limitada será la longitud de fabricación de los mismos, o en su defecto, mayor deberá ser el equipamiento requerido para el carguío y traslado de tabiques de dimensiones mayores.

Por ejemplo, si se tiene que cubrir una gran distancia geográfica entre la planta de fabricación y el lugar de la obra, y no se cuenta con mano de obra y equipamiento para el montaje, la solución recomendada de prefabricación para un tramo de tabique de 7,2 m de largo, será la indicada en la Figura 16 – 72a.

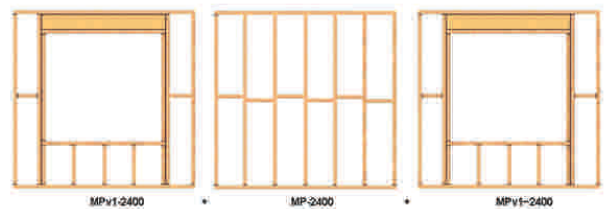
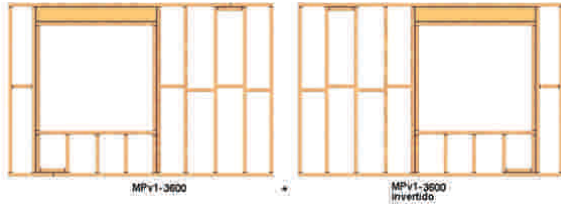
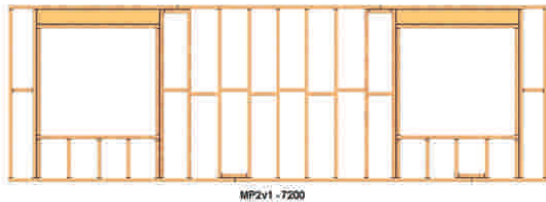


Figura 10 – 72a: Tramo estructural de 7,2 m de longitud, resuelto con la prefabricación y alineación de tres tabiques soportantes sucesivos (colindantes), de igual ancho.

En la Figura 10 - 72b, se plantea igual situación, resuelta con sólo dos tabiques colindantes de iguales características entre sí, pero con un eje de simetría en medio de ambos. Con esta alternativa es posible prefabricar los elementos con mayor longitud y así realizar una menor cantidad de empalmes.



**Figura 10 – 72b:** Tramo estructural de 7,2 m de longitud resuelto con la prefabricación y alineación de dos tabiques soportantes sucesivos de igual ancho.



**Figura 10 – 72c:** Tramo estructural de 7,2 m de longitud, resuelto con la prefabricación y alineación de un tabique soportante.

Por último, la alternativa planteada en la Figura 10 – 72c, se recomienda aplicarla cuando el muro es posible prearmarlo como un solo elemento sobre la misma plataforma y levantar y montar prácticamente sobre su eje de ubicación.



**Figura 10 - 73a:** Ejemplo de prefabricación de un tabique divisorio en mesa de armado en obra.

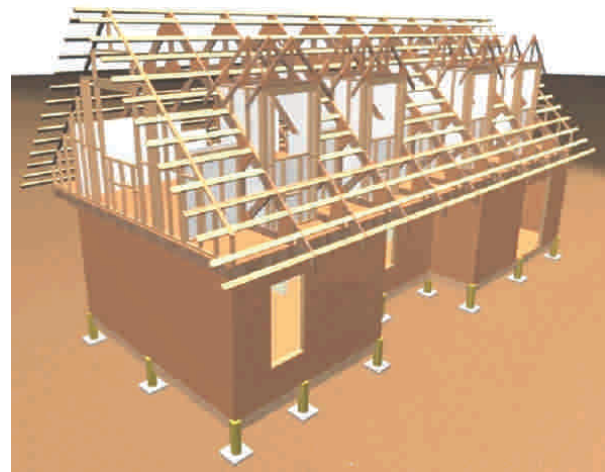


**Figura 10 - 73b:** Traslado manual del elemento prefabricado en obra, de dimensiones 3,20 m de ancho por 2,40 m de alto.



**Figura 10 - 73c:** El elemento finalmente es levantado, anclado y fijado sobre su eje de ubicación de forma rápida y expedita.

En general, los anchos recomendados para la fabricación de tabiques están relacionados con la modulación de revestimientos y sus dimensiones estándar.



**Figura 10 - 74:** La totalidad de los tabiques de una vivienda, independientemente de su superficie útil, pueden ser prefabricados y transportados.

#### 10.8.2.4. Determinación de la altura de tabiques a prefabricar

Determinar la altura estándar para la fabricación de tabiques con respecto a una altura de piso a cielo, definido en los planos de arquitectura, requiere tomar en cuenta algunas condiciones básicas en cuanto al uso y complementación de materiales existentes en el mercado nacional.

- **Condiciones de la estructura**

En este aspecto se consideran aquellas variables que afectan a las dimensiones externas del tabique y los criterios más importantes para determinar especialmente, la altura de fabricación de los tabiques de una vivienda.

Entre las variables más importantes se destacan:

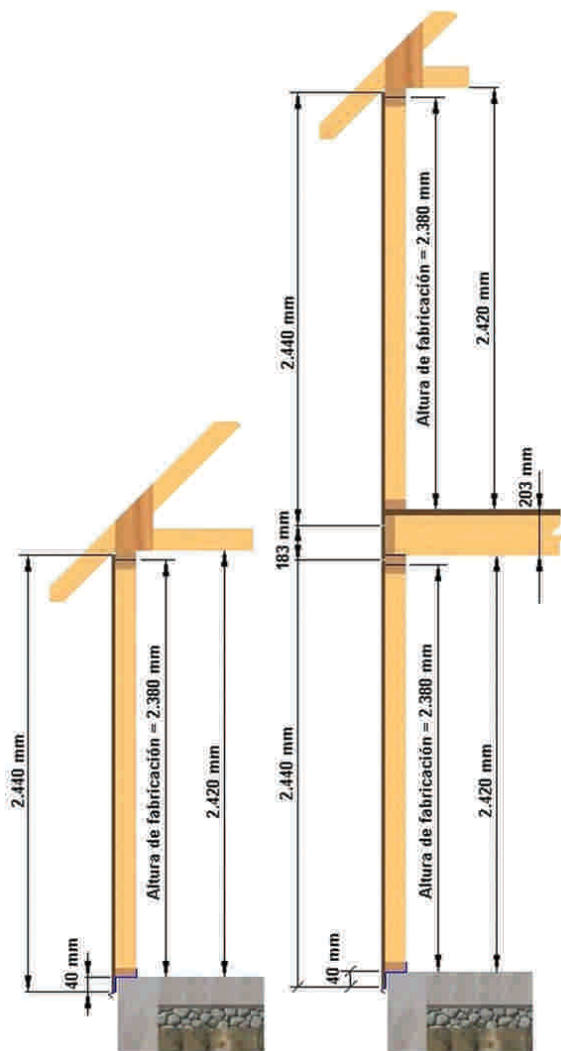
- Tipo de plataforma, es decir, si se trata de madera u hormigón
- Si la vivienda es de 1 ó 2 pisos
- Si se utiliza madera aserrada dimensionada seca o cepillada
- Tipo de revestimiento de los tabiques

En este caso, se sugiere que al diseñar la vivienda se considere como patrón de altura el tablero estructural perimetral, ya sea contrachapado fenólico o tablero de OSB, de dimensiones 1.220 x 2.440 mm (espesor 9 a 12 mm), el cual debe cubrir en la vertical los siguientes componentes:

- **Vivienda de un piso:** Manteniendo la integridad de altura del tablero, desde el borde superior de la solera de amarre hasta 40 mm bajo el borde de la plataforma de hormigón o de madera.

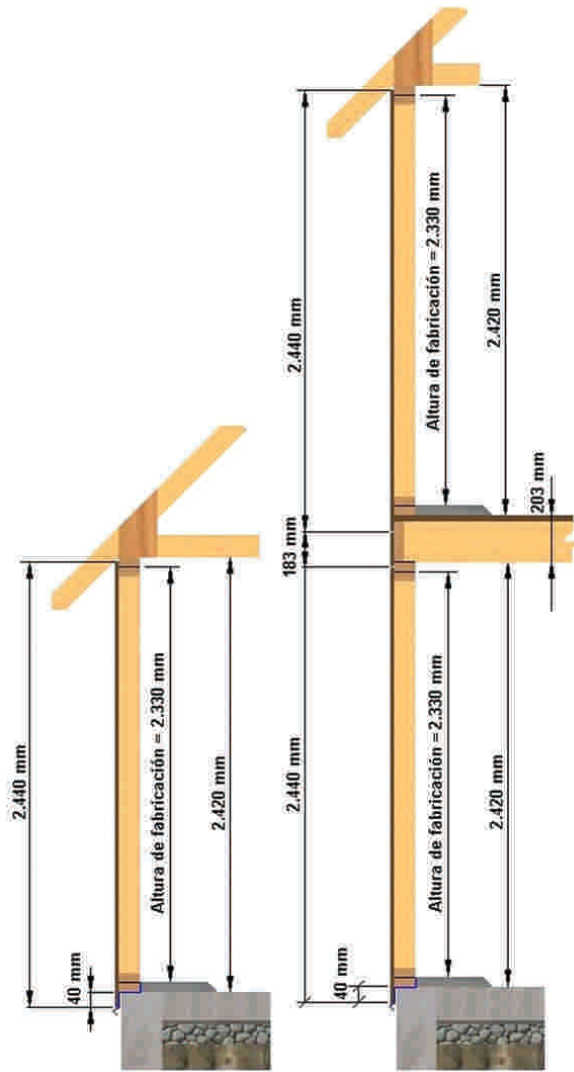
Esta "pestaña" cumple la función de evitar la penetración e infiltración, a nivel de piso, de agua lluvia y humedad hacia el interior de la vivienda.

- **Vivienda de dos pisos:** Manteniendo la integridad de altura del tablero, el segundo piso se puede resolver de igual forma que el anterior. Sin embargo, para el primer piso es conveniente considerar, como mínimo, los 40 mm de "pestaña" o "cortagotera" y en el borde superior del tablero, coincidir a media altura de la solera de amarre. La franja intermedia, de aproximadamente 183 mm que se produce perimetralmente a la altura del entrepiso, debe ser cubierta con flejes de tablero de igual espesor.



**Figura 10 -75:** Altura de fabricación de tabiques con madera cepillada sobre plataforma de hormigón para el caso de viviendas de 1o 2 pisos sin considerar solera basal de montaje

En la Figura 10-75 se puede observar la situación que se produce sin utilizar solera basal de montaje.



**Figura 10 - 76:** Altura de fabricación de tabiques con madera cepillada sobre plataforma de hormigón para el caso de viviendas de 1 ó 2 pisos, considerando solera basal de montaje, sobre losa afinada sobre el radier y loseta liviana acústica en 2° piso; ambas de 40 a 50 mm de espesor.

Cuando se utiliza solera basal de montaje (Figura 10 - 76) y se mantiene la integridad de tableros estructurales perimetrales, la altura final de piso a cielo puede verse disminuida hasta alcanzar 233 cm, lo que en ningún caso afecta la normalidad de viviendas destinadas a habitación.

- **Condiciones de terminación**

Se deben considerar una serie de variables que afectan la estructura interna del tabique soportante y para evitar producir entorpecimiento en la ejecución, ni adaptaciones, transformaciones o modificaciones que aumenten los costos y retrasen la ejecución de las actividades posteriores.

Entre los aspectos más importantes se puede destacar:

- Dimensión de puertas y ventanas especificadas
- Espesor de marcos y centros de puertas y ventanas
- Espesor del recubrimiento de piso
- Estructura y espesor de cielo raso de la vivienda

Dependiendo de las condiciones anteriormente señaladas, la longitud de fabricación de un tabique puede ser variable:

- Ancho mínimo recomendado: 60 cm
- Ancho máximo recomendado: 480 cm

Con ello, no sólo se busca responder a requerimientos del lugar de prearmado o del medio de transporte utilizado, sino que también a condiciones de:

- Uso y aprovechamiento de largos comerciales de las piezas o perfiles de madera especificada
- Uso y aprovechamiento de tableros estructurales y placas de revestimiento interior

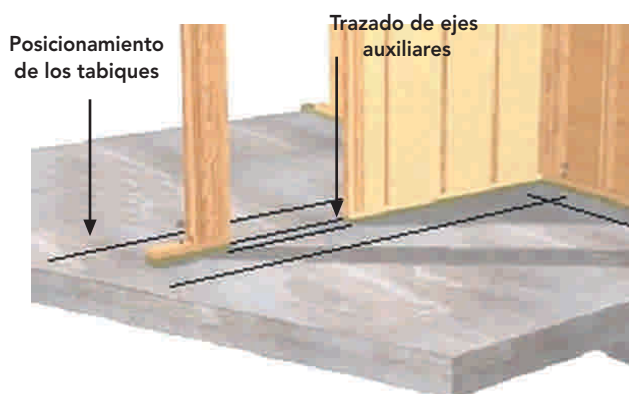


**Figura 10 - 77:** Etapa de montaje de muros prefabricados en obra directamente sobre la plataforma.

La forma de responder adecuadamente a estos requerimientos es a través de la información proporcionada por los planos de montaje de los elementos prefabricados, que complementaria y coordinadamente con los planos de arquitectura y estructura, deben proporcionar la información necesaria para ejecutar los trabajos de manera secuencial y lógica.

Por esta razón, los planos de montaje forman parte de la gestión de calidad de la edificación y la metodología de su confección debe basarse en los parámetros técnicos que a continuación se describen:

- Cantidad y ubicación de componentes verticales (pie derecho u otros) necesarios para la fijación entre tabiques, en encuentros colindantes, en esquina, en "T" o en cruz.
- La plataforma de madera u hormigón debe corresponder, en dimensiones parciales y totales, con el trazado y ubicación de los tabiques.
- Los tabiques deben ser verificados en cuanto a sus medidas de ancho y posicionamiento de piezas que conforman vanos de puertas y ventanas, de manera que los elementos verticales coincidan con el trazado en planta y encuentros destinados a su lugar de servicio.
- Perforaciones para el paso de pernos de anclaje, tubos, ductos y cañerías de instalaciones básicas y de equipamiento deben ser rectificadas, correctamente ejecutadas y protegidas de posibles daños, golpes y roturas durante el montaje y colocación de los revestimientos.



**Figura 10 - 78:** Tabique posicionado en su lugar de servicio, según el trazado sobre plataforma de hormigón, con encuentro con un tabique interior.

Con el objeto de cumplir con los requerimientos anteriormente descritos, se debe establecer un criterio común para la presentación de la información relevante que se proporcionará en los planos de fabricación y montaje de los entramados verticales de la vivienda.

Los planos de fabricación de muros o tabiques de madera deben indicar con exactitud la ubicación de ellos con respecto del ancho total del elemento y al mismo tiempo, la ubicación con respecto al recinto completo donde éste presta servicio.

Se debe tener presente que la prefabricación de muros y tabiques es una actividad que requiere eficiencia, tanto en el uso de los materiales como en la ejecución. Para ello se debe contar con el espacio físico necesario y con las herramientas adecuadas como son:

- Instrumentos de medición como cintas métricas y metro del carpintero
- Instrumentos de control como plomadas mecánicas, nivel de mano (de 0.80 m de largo como mínimo)
- Martillos balanceados
- Sierras de precisión
- Clavadoras de aire comprimido
- Bancos de armado con guías a escuadra
- Xilohigrómetros, etc

### 10.8.3 Aspectos a considerar para el traslado y transporte

En general, el transporte de los tabiques y otros elementos prefabricados de madera sólo está condicionado o limitado por el volumen a transportar, por las condiciones climáticas y topográficas del trayecto y del lugar, y no por magnitud de carga trasladada (peso máximo por eje).

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

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

### 10.8.4 Aspectos generales a considerar en el montaje de los elementos prefabricados

El montaje de los elementos prefabricados debe planificarse desde dos puntos de vista:

#### 10.8.4.1 Montaje de elementos menores

Cuando los elementos constructivos que se montan son tabiques de poca longitud (máximo 4,80 m), puede realizarse manualmente por el personal de la obra, con las debidas precauciones de seguridad que deben adoptarse para dicha situación.

#### **10.8.4.2 Montaje de módulos transportables**

Si el sistema de prefabricación contempla el transporte de módulos completos, los cuales pueden encontrarse parcial o completamente terminados, el montaje debe realizarse mecanizadamente, es decir, con la incorporación de maquinas y equipos que permitan realizar dicha faena con alta seguridad, con conocimiento absoluto de los procedimientos a seguir y con la precisión que se requiere.

## BIBLIOGRAFIA

- Ambroser, J; Parker, H, "Diseño Simplificado de Estructuras de Madera", 2º Edición, Editorial Limusa S.A de C.V, México D.F, México, 2000.
- American Plywood Association, "Wood Reference Handbook", Canadian Wood Council, Canadá, 1986.
- American Plywood Association, "Guía de Madera Contrachapada", Chile, 1982.
- American Plywood Association, "Madera Contrachapada de EE.UU. para pisos, murallas y techos", Canadá, 1982.
- American Plywood Association, "Construcción para resistir huracanes y terremotos", Chile, 1984.
- American Forest & Paper Association, "Manual for Engineered Wood Construction", AF&PA, Washington D.C, EE.UU., 2001.
- American Forest & Paper Association, "Manual for Engineered Wood Construction", AF&PA, Washington D.C, EE.UU., 1996.
- Arauco, "Ingeniería y Construcción en Madera", Santiago, Chile, 2002.
- Ball, J; "Carpenter and builder library, foundations-layouts-framing", v.3, 4º Edición, Editorial Indiana, EE.UU., 1977.
- Branz, "House Building Guide", Nueva Zelanda, 1998.
- Breyer, D; Fridley, K; Cobeen, K, "Design of wood structures", 4º Edición, Editorial Mc Graw Hill, EE.UU., 1999.
- Building Design & Construction, "Wood-framed building rising to greater heights", v.32 (2):77, EE.UU., Feb. 1991.
- Canadian Wood Council, "Introduction to Wood Design", Ottawa, Canadá, 1997.
- Canadian Wood Council, "Wood Design Manual", Ottawa, Canadá, 2001.
- Canadian Wood Council, "Introduction to wood building technology", Ottawa, Canadá, 1997.
- Canada Mortgage and Housing Corporation, CMHC, "Manual de Construcción de Viviendas con Armadura de Madera - Canadá", Publicado por CMHC, Canadá, 1998.
- Carvallo, V; Pérez, V, "Manual de Construcción en Madera", 2º Edición, Instituto Forestal - Corporación de Fomento de la Producción, Santiago, Chile, Noviembre 1991.
- Code NFPA, "Building Energy", EE.UU., 2002.
- D.F.L. N° 458 y D.S N° 47 Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).
- Echeñique, R; Robles, F, "Estructuras de Madera", Editorial Limusa, Grupo Noriega editores, México, 1991.
- Espinoza, M; Mancinelli, C, "Evaluación, Diseño y Montaje de Entramados Prefabricados Industrializados para la Construcción de Viviendas", INFOR, Concepción, Chile, 2000.
- Goring, L.J; Fioc, LCG, "First-Fixing Carpentry Manual", Longman Group Limited, Inglaterra, 1983.
- Guzmán, E; "Curso Elemental de Edificación", 2º Edición, Publicación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, Santiago, Chile, 1990.
- Hanono, M; "Construcción en Madera", CIMA Producciones Gráficas y Editoriales, Río Negro, Argentina, 2001.
- Faherty, K; Williamson, T, "Wood Engineering and Construction Handbook", 2º Edición, Editorial Mc Graw Hill, EE.UU., 1995.
- Hageman, J; "Contractor's guide to the building code", Craftsman, Carlsbad, California, EE.UU., 1998.
- Heene, A; Schmitt, H, "Tratado de Construcción", 7º Edición Ampliada, Editorial Gustavo Gili S.A, Barcelona, España, 1998.
- Hempel, R; Cuaderno N° 1 "Entramados Verticales", Editado por Universidad del Bío Bío, Concepción, Chile, 1987.
- Lewis, G; Vogt, F, "Carpentry", 3º Edición, Delmar Thomson Learning, Inc., Nueva York, EE.UU., 2001.
- Mac Donnell, H; Mac Donnell, H.P, "Manual de Construcción Industrializada", Revista Vivienda SRL, Buenos Aires, Argentina, 1999.
- Neufert, E; "Arte de Proyectar en Arquitectura", 14º Edición, Editorial Gustavo Gili S.A, Barcelona, España, 1998.
- Primiano, J; "Curso Práctico de Edificación con Madera", Editorial Construcciones Sudamericanas, Buenos Aires, Argentina, 1998.
- Simpson Strong-Tie Company, Inc., "Catálogo de Conectores Metálicos Estructurales", 2000.
- Spence, W; "Residencial Framing", Sterling Publishing Company, Inc., Nueva York, EE.UU., 1993.
- Stungo, N; "Arquitectura en Madera", Editorial Naturart S.A Blume, Barcelona, España, 1999.
- Thallon, R; "Graphic Guide to Frame Construction Details for Builder and Designers", The Taunton Press, Canadá, 1991.

- Villasuso, B; "La Madera en la Arquitectura", Editorial El Ateneo Pedro García S.A., Buenos Aires, Argentina, 1997.
- Wagner, J, "House Framing", Creative Homeowner, Nueva Jersey, EE.UU., 1998.
- [www.canadianrockport.com](http://www.canadianrockport.com) (Canadian Rockport Homes Ltd.).
- [www.citw.org](http://www.citw.org) (Canadian Institute of Treated Wood).
- [www.corma.cl](http://www.corma.cl) (Corporación Chilena de la Madera).
- [www.douglashomes.com](http://www.douglashomes.com) (Douglas Homes).
- [www.durable-wood.com](http://www.durable-wood.com) (Wood Durability Web Site).
- [www.forintek.ca](http://www.forintek.ca) (Forintek Canada Corp.).
- [www.lsuagcenter.com](http://www.lsuagcenter.com) (Anatomía y física de la madera).
- [www.lpchile.cl](http://www.lpchile.cl) (Louisiana Pacific Ltda.).
- [www.inn.cl](http://www.inn.cl) (Instituto Nacional de Normalización).
- [www.fpl.fs.fed.us](http://www.fpl.fs.fed.us) (Forest Products Laboratory U.S. Department of Agriculture Forest Service).
- [www.minvu.cl](http://www.minvu.cl) (Ministerio de Vivienda y Urbanismo).
- [www.pestworld.org](http://www.pestworld.org) (National Pest Management Association).
- NCh 173 Of.74 Madera – Terminología General.
- NCh 174 Of.85 Maderas – Unidades empleadas, dimensiones nominales, tolerancias y especificaciones.
- NCh 176/1 Of. 1984 Madera – Parte 1: Determinación de humedad.
- NCh 177 Of.73 Madera - Planchas de fibras de madera. Especificaciones.
- NCh 178 Of.79 Madera aserrada de pino insigne- Clasificación por aspecto.
- NCh 724 Of.79 Paneles a base de madera. Tableros. Vocabulario.
- NCh 760 Of.73 Madera – Tableros de partículas. Especificaciones.
- NCh 789/1 Of.87 Maderas – Parte 1: Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural.
- NCh 1989 Of.86 Mod.1988 Madera – Agrupamiento de especies madereras según su resistencia. Procedimiento.
- NCh 992 E Of.72. Madera - Defectos a considerar en la clasificación, terminología y métodos de medición.
- NCh 993 Of.72 Madera- Procedimiento y criterios de evaluación para clasificación.
- NCh 1198 Of.91 Madera – Construcciones en madera – Cálculo.
- NCh 1207 Of.90 Pino radiata - Clasificación visual para uso estructural - Especificaciones de los grados de calidad.
- NCh 1990 Of.86 Madera – Tensiones admisibles para madera estructural.
- NCh 1970/2 Of.88 Maderas Parte 2: Especies coníferas – Clasificación visual para uso estructural- Especificaciones de los grados de calidad.
- NCh 2824 Of 2003 Madera – Pino radiata – Unidades, dimensiones y tolerancias.