Centro UC de Innovación en Madera

Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Gobierno de Chile

Proyecto apoyado por

CORFO

GUÍA DE USO DE FICHAS TÉCNICAS

AGRADECIMIENTOS:

Guía parte del proyecto de Bien Público 18BPE-93826 (Plataforma integradora de productos y soluciones constructivas nacionales para apoyar el diseño y facilitar la construcción de edificaciones en madera) apoyado por la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO).

Han apoyado la elaboración de esta guía, profesionales y académicos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo-División Técnica (MINVU- DITEC) y del Centro UC de Innovación en Madera.

Han participado en la elaboración de esta guía (por orden alfabético):

- Sebastián Berwart- Centro UC de Innovación en Madera
- José Caamaño- Centro UC de Innovación en Madera
- Clara Codron- Centro UC de Innovación en Madera
- Francisco López- Centro UC de Innovación en Madera
- Romina Rubio- Centro UC de Innovación en Madera
- Matías Traviesa- Centro UC de Innovación en Madera
- Felipe Victorero- Centro UC de Innovación en Madera

A todos ellos nuestros agradecimientos.

INDICE

INTRODUCCIÓN 3

GENERALIDADES DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS 4

DEFINICIÓN SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA 6

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS 8

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA 21

DESCRIPCIÓN CAPAS 23

DESCRIPCIÓN NÚCLEO-MADERA 27

ESPECIFICIDADES DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS 38

MURO PERIMETRAL 40

MURO DIVISORIO (ENTRE UNIDADES) 45

MURO INTERIOR 51

ENTREPISO (ACÚSTICO Y NO ACÚSTICO) 57

PISO VENTILADO 64

TECHUMBRE 69

ANEXO: NORMATIVAS RELACIONADAS CON LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA EN CHILE 75

INTRODUCCIÓN

Esta guía sirve para apoyar en el uso y lectura de las fichas técnicas [Figura 1] de las soluciones constructivas de "**Diseña Madera**", abordando temas normativos y técnicos. Esta guía, presenta también los distintos conceptos representados por íconos, abordados en las fichas correspondientes.

Al respecto, es importante recalcar que existen seis grupos de soluciones que se distinguen según su uso en la vivienda.

Los Muros Perimetrales, Muros Divisorios y Muros Interiores forman parte de los elementos constructivos verticales y, los Entrepisos, Pisos Ventilados y Techumbres, forman parte de los elementos constructivos horizontales.

Cada ficha técnica está asociada a un grupo. Y en ellas se presentan las soluciones constructivas de "**Diseña Madera**" con sus diversas características, conceptos y explicaciones, aspectos que constituyen la identidad de cada una de las soluciones. Dicha ficha incorpora de manera resumida la información necesaria para describir y conocer una solución, además de abordar conceptos clave como desempeños, requerimientos normativos (fuego, acústico y térmico), requerimientos estructurales, propiedades físicas, descripción de sus materiales, configuración, entre otros.

Los conceptos tratados se presentan de igual manera en cada grupo de solución. No obstante, es preciso aclarar que el contenido de cada concepto puede ser igual o variar en función del grupo donde se encuentre.

Por lo tanto, esta guía se conforma de dos partes: una parte aborda los conceptos generales o 'Generalidades' de las soluciones, mientras que la otra parte, trata los conceptos específicos que corresponden a cada grupo de solución o 'Especificidades'.

En la sección 'Generalidades' se abordan aquellos conceptos cuyo contenido es común a las soluciones constructivas horizontales y/o verticales. Esto quiere decir que, independiente del uso o tipo de solución, el contenido del concepto se aplicará a todas las soluciones y tendrá el mismo significado.

En cuanto a la sección 'Especificidades', esta abordará aquellos conceptos cuyo contenido sea propio de cada grupo de soluciones, por lo que será distinto en función del grupo al igual que las explicaciones que correspondan.

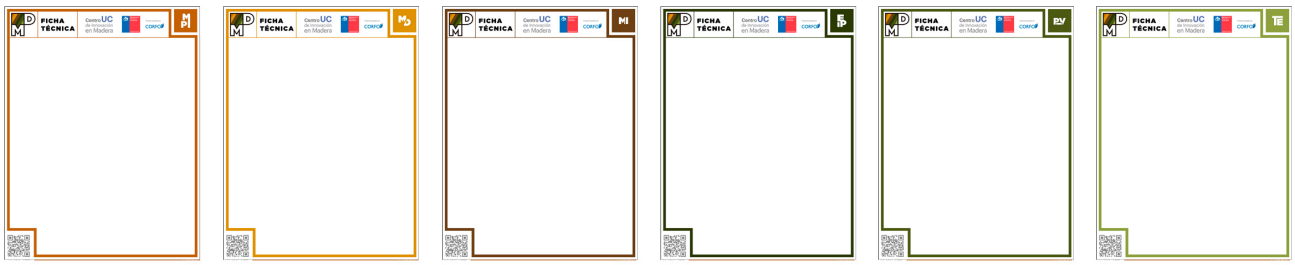


Figura 1. Fichas técnicas de las soluciones constructivas "**Diseña Madera**".

GENERALIDADES DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

GENERALIDADES DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

DEFINICIÓN

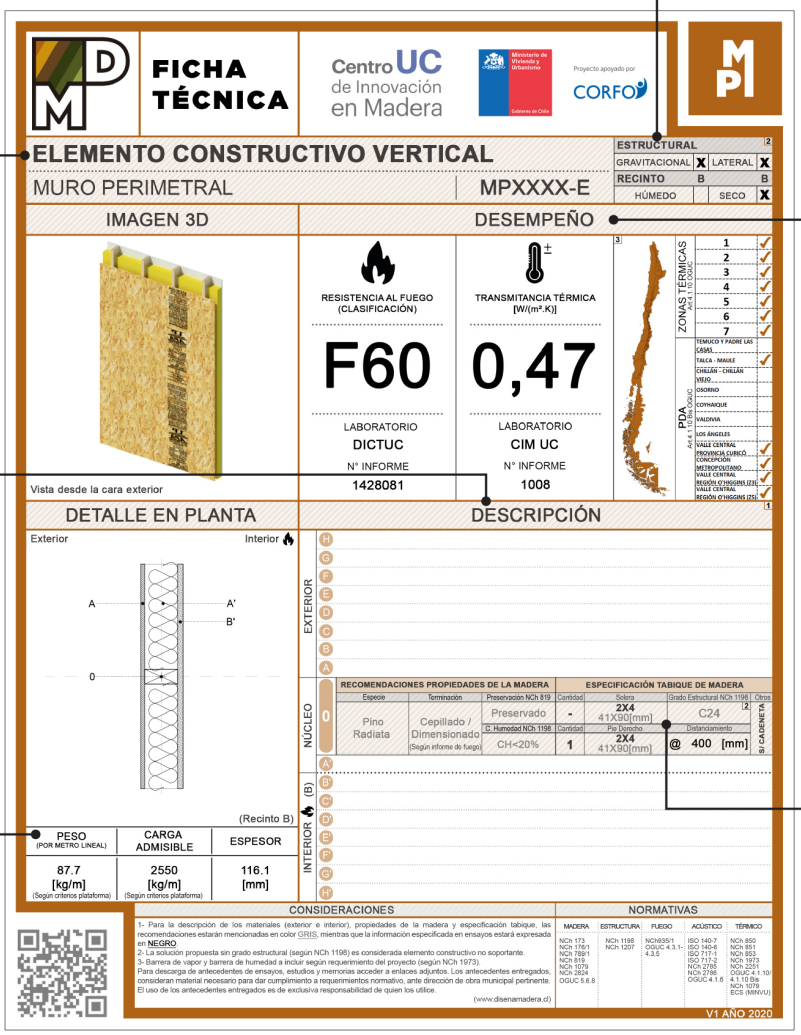
Definición del concepto de soluciones constructivas y presentación de sus principales características.

DESCRIPCIÓN CAPAS

Descripción y reglas de escrituras de las capas de materiales exteriores al núcleo de madera.

PROPIEDADES FÍSICAS

Definición de las principales propiedades físicas de las soluciones constructivas.



REQUERIMIENTO ESTRUCTURAL

Descripción de los requerimientos estructurales y sus criterios establecidos en **"Diseña Madera"** aplicados a las soluciones constructivas.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

Definición y descripción de cada tipo de requerimiento normativo según las exigencias de la OGUC. Los requerimientos normativos posibles son Fuego, Térmico y Acústico (Aéreo e Impacto).

DESCRIPCIÓN NÚCLEO - MADERA

Definición y descripción acerca de las propiedades y especificación del núcleo de madera.

Conceptos generales abordados (Ficha Referencial)

DEFINICIÓN SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

Una Solución o Elemento Constructivo, como se menciona en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) en su Artículo 1.1.2. (Definiciones), es un conjunto de materiales que debidamente dimensionados cumplen una función definida, tales como muros, tabiques, techumbres, entre otros.

Existen dos tipos de elementos constructivos: elemento constructivo vertical y elemento constructivo horizontal. Cada tipo contiene varias soluciones constructivas que varían en función del uso.

En "**Diseña Madera**" se contemplan seis grupos de soluciones constructivas del sistema constructivo marco plataforma (parte de los sistemas constructivos tradicionales) para la construcción de viviendas de madera (uso habitacional) de uno a seis pisos. Dentro de los elementos constructivos verticales se encuentran los Muros Perimetrales, los Muros Divisorios y los Muros Interiores; y dentro de los elementos constructivos horizontales, se encuentran los Entrepisos, los Pisos Ventilados y las Techumbres.

Cada grupo de solución, en función de su uso y características, tendrá requerimientos de desempeño determinados y distintos. Existen tres tipos de requerimientos: térmico, fuego y acústico (aéreo e impacto), y la combinación entre ellos puede variar según el grupo de solución. Los requerimientos presentados se especifican en base a las exigencias establecidas por la OGUC y demuestran cumplimiento a través de ensayos de laboratorios acreditados y/o informes profesionales.

En este sentido, una solución constructiva se caracteriza, se describe y se materializa a través de sus respectivos informes de desempeño, los cuales generalmente contienen información como [Figura 2 y Figura 3]:

- Tipo de sistema constructivo.
- Descripción del conjunto de materiales m1, m2, m3, etc. (materialidades, marcas, espesores, densidades, fijaciones, etc.).
- Espesor de la solución.
- El espesor de una solución es la dimensión de una sección de un elemento constructivo vertical u horizontal, medida en forma transversal al plano de éste (según la OGUC).
- Peso total.
- Resultados de desempeño.

Los resultados de desempeño permiten determinar el cumplimiento de una solución frente a las exigencias establecidas por la OGUC.

Es importante señalar que el resultado obtenido de cada informe de desempeño es válido solo para la solución constructiva ensayada o calculada, y bajo las condiciones estipuladas en cada informe. Es responsabilidad de cada uno, revisar y aplicar dichas condiciones. Además de considerar que todo lo que está estipulado en los informes (materialidades, marcas, espesores, grados estructurales, etc.) debe ser aplicado a una situación real.

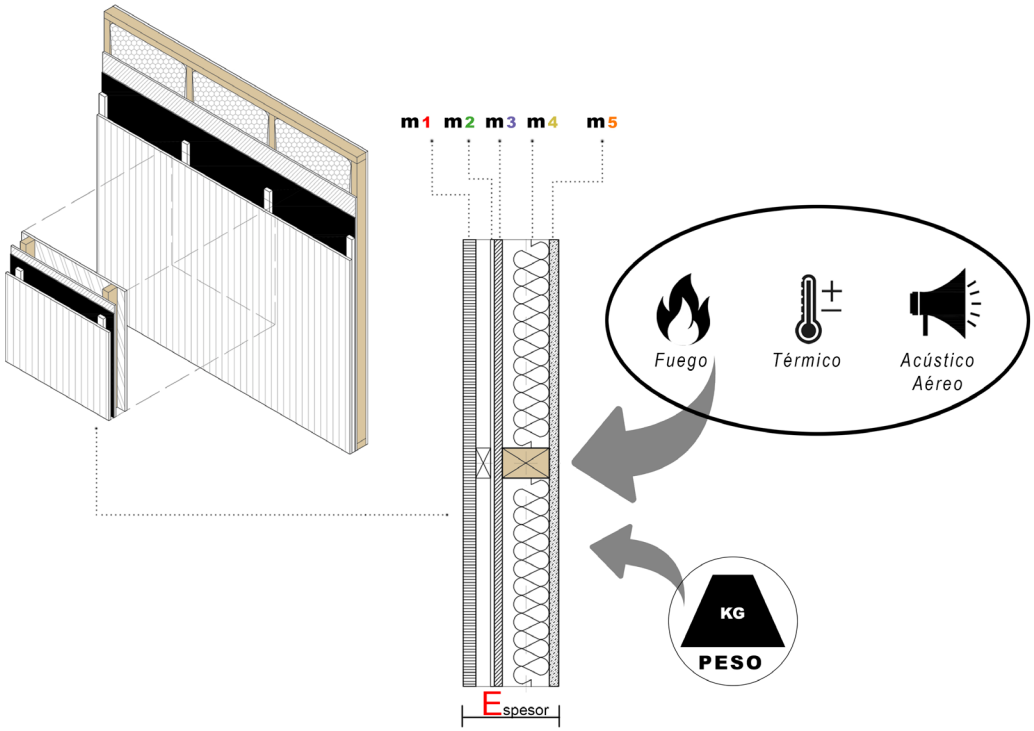


Figura 2. Características de una solución constructiva vertical.

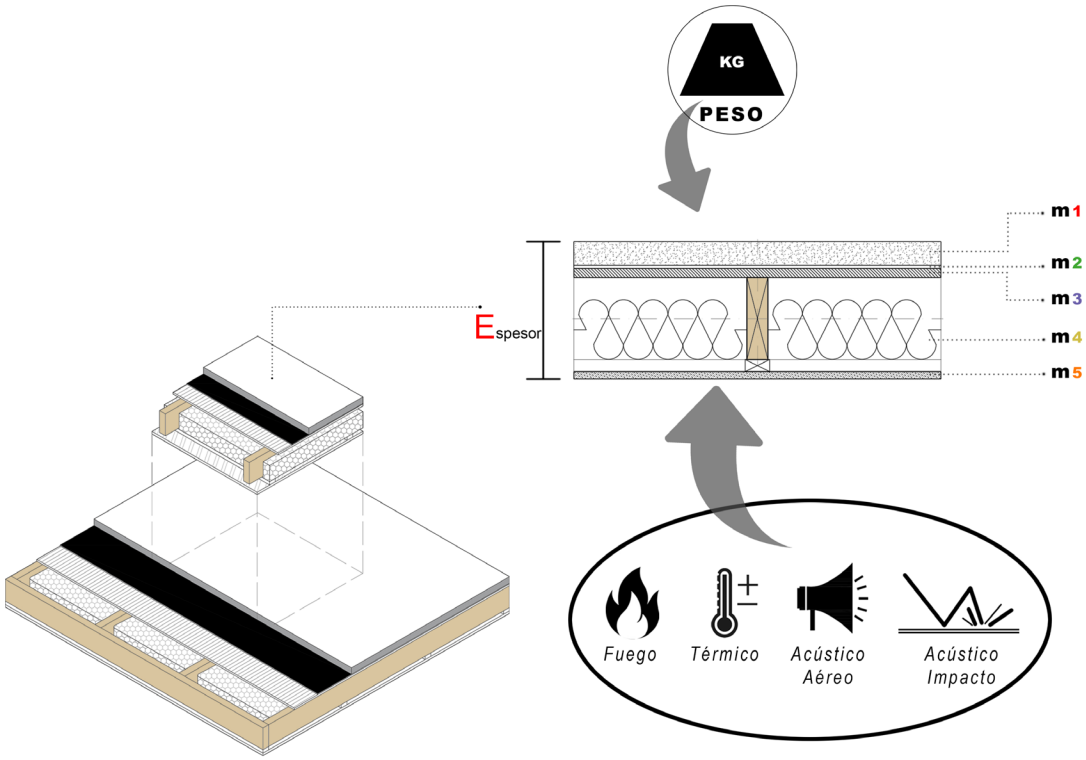


Figura 3. Características de una solución constructiva horizontal.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) requiere que, para poder construir cualquier tipo de construcción en Chile, es necesario que cada elemento o solución constructiva, que forman parte de los sistemas constructivos tradicionales (madera, albañilería, hormigón, acero), cumplan con ciertos requerimientos básicos de resistencia al fuego, desempeño acústico y desempeño térmico.

REQUERIMIENTO NORMATIVO FUEGO

CONCEPTO

Para proteger una vivienda de un incendio y tener el tiempo suficiente para realizar una evacuación rápida de los habitantes y salvaguardar la vida antes del posible colapso de la estructura, es necesario que las soluciones constructivas por sus condiciones físicas y configuración tengan la capacidad de resistir al fuego.

Para medir dicha capacidad, es esencial determinar la **Resistencia al Fuego** de la solución constructiva.

Resistencia al fuego

La Resistencia al Fuego se define según la Sección 4.1 de la NCh 935/1, como:

"La cualidad de un elemento de construcción de soportar las condiciones de un incendio estándar, sin deterioro importante de su capacidad funcional. Esta cualidad se mide por el tiempo en minutos durante el cual el elemento conserva la estabilidad mecánica, la estanquidad a las llamas, el aislamiento térmico y la no emisión de gases inflamables".

La Resistencia al Fuego se determina realizando un ensayo basado en la Norma NCh 935/1.

De acuerdo con el tiempo logrado en el ensayo, la resistencia al fuego de las soluciones constructivas se clasifica según la Tabla del Anexo A de la norma NCh 935/1. Esta clasificación se encuentra mencionada en los informes, tanto de ensayo como de asimilación, y representa el desempeño de la solución en término de resistencia al fuego.

Cabe señalar que de acuerdo con lo señalado en la NCh 935/1, el resultado obtenido es válido solo para el elemento ensayado y bajo las condiciones estipuladas en el informe de ensayo oficial.

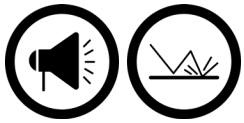
EXIGENCIAS DE LA OGUC

Según lo mencionado en el Artículo 4.3.1. de la OGUC, se estipula que todo edificio y, por lo tanto, toda vivienda en madera, deberá cumplir según su destino, con las normas mínimas de seguridad contra incendio contenidas en el Capítulo 3 de la OGUC (De las Condiciones de Seguridad Contra Incendio).

Respecto a lo anterior, las soluciones constructivas de "**Diseña Madera**" deberán cumplir, según la cantidad de pisos del edificio, con las Resistencias al Fuego indicadas en la Tabla 1.

RESISTENCIA AL FUEGO REQUERIDA PARA SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EN MADERA EN EL USO HABITACIONAL						
	N° DE PISOS	MD	MPI MI	MPI MI	EIP PV	TE
		MURO DIVISORIO	MURO PERIMETRAL MURO INTERIOR	MURO PERIMETRAL MURO INTERIOR	ENTREPISO PISO VENTILADO	TECHUMBRE
		SOPORTANTE	SOPORTANTE	NO SOPORTANTE	SOPORTANTE	SOPORTANTE
ART.4.3.3 OGUC	6	F120	F120	F30	F120	F60
	5	F90	F90	F15	F90	F60
	3-4	F60	F60	-	F60	F30
	1-2	F60	F30	-	F30	F15
ART.4.3.5. N° 14. OGUC	1-2 ≤140M2 Hasta 2 pisos Aislada, Pareada,Continua	F60	F15	-	F15	F15

Tabla 1. Resistencia al fuego requerida para soluciones constructivas en madera en el uso habitacional (Basada en tabla 1 del Artículo 4.3.4, Artículo 4.3.3 y el punto 14 del Artículo 4.3.5. de la OGUC)



REQUERIMIENTO NORMATIVO ACÚSTICO

CONCEPTO

Cuando los sonidos en una vivienda son causa de molestia, se denominan ruidos. El nivel de ruido en un recinto puede ser afectado por sonidos emitidos en ambientes contiguos de la vivienda, en viviendas pareadas o, en viviendas de pisos superiores o inferiores en un edificio de departamentos.

Existen dos tipos de ruidos sujetos a exigencias de la OGUC:

- RUIDO AÉREO
  El ruido aéreo es un sonido transmitido por el aire. Se produce, por ejemplo, con las conversaciones, el movimiento, la música, entre otros.
- RUIDO DE IMPACTO
  El ruido de impacto es un sonido transmitido en forma de vibración por los cuerpos sólidos o estructuras debido a golpes, pisadas, movimiento de muebles, entre otros.

Para mantener un confort acústico dentro de la vivienda, se exigen estándares acústicos asociados a la reducción del ruido. El aislamiento acústico, es la capacidad de la solución constructiva para atenuar o disminuir el paso del ruido de un recinto a otro.

Por lo tanto, para medir dicha capacidad es necesario determinar el **Índice de Reducción Acústica** para el ruido aéreo y/o **Nivel de Presión Acústica de Impacto Normalizado** para el ruido de impacto de la solución.

Índice de Reducción Acústica

El Índice de Reducción Acústica es según el Manual de Aplicación Reglamentación Acústica (MINVU, 2006), *"la diferencia de niveles entre el recinto de emisión sonora y el recinto de recepción, corregidos por la relación entre el área del elemento constructivo ensayado y el área de absorción equivalente del recinto receptor*".

El Índice de Reducción Acústica se determina en soluciones de Entrepiso (Acústico) y de Muro Divisorio, según el método de ensayo especificado en NCh 2786 (laboratorio) o en la NCh 2785 (terreno) y en la norma ISO 717-1.

Nivel de Presión Acústica de Impacto Normalizado

El Nivel de Presión Acústica de Impacto Normalizado es según el Manual de Aplicación Reglamentación Acústica (MINVU, 2006), *"el nivel de presión de ruido de impactos L, ajustado mediante un término de corrección, dado por el cociente entre la absorción equivalente del recinto receptor y el área de absorción equivalente de referencia".*

El Nivel de Presión Acústica de Impacto Normalizado se determina en soluciones de Entrepiso (Acústico), según el método de ensayo especificado en la ISO 140-6 (laboratorio) o en la en la ISO 140-7 (terreno) y en la norma ISO 717-2.

EXIGENCIAS DE LA OGUC

Según lo mencionado en el Artículo 4.1.6. de la OGUC, se estipula que solo serán aplicables las exigencias acústicas señaladas en dicho artículo a las soluciones constructivas que separan o dividan unidades de viviendas que sean parte de tipologías como: edificio colectivo, edificaciones continuas, edificaciones pareadas, o unidades de vivienda contiguas a recintos habitables.

Por lo tanto, las soluciones constructivas de Entrepisos (Acústicos) y de Muros Divisorio deberán tener un **Índice de Reducción Acústica** mínima de **45dB(A) (ruido aéreo)**, siendo el valor considerado para el cumplimiento de la OGUC: **Rw+C**.

Las soluciones constructivas de Entrepiso (Acústico) deberán presentar un **Nivel de Presión Acústica de Impacto Normalizado** máximo de **75dB (ruido de impacto)**, siendo el valor considerado para el cumplimiento de la OGUC: **Ln,w.** [Tabla 2]

EXIGENCIAS ACÚSTICAS REQUERIDAS PARA SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EN MADERA			
EXIGENCIAS ACÚSTICAS		MD	EP
		MURO DIVISORIO	ENTREPISO (ACÚSTICO)
ÍNDICE DE REDUCCIÓN ACÚSTICA	Rw+C	≥45 dB(A)	≥45 dB(A)
NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO NORMALIZADO	Ln,w	n/a	≤ 75 dB

Tabla 2. Exigencias Acústicas requeridas para soluciones constructivas en madera (Basada en Artículo 4.1.6. de la OGUC)

REQUERIMIENTO NORMATIVO TÉRMICO

CONCEPTO

La calidad térmica de las viviendas se basa en la aislación de las mismas, específicamente en el aislamiento térmico de las soluciones constructivas que constituyen la envolvente (muros perimetrales, techumbres y pisos ventilados). Esto se lleva a cabo con el objetivo de disminuir los gastos de energía para calentar los hogares, bajar los niveles de contaminación y los gastos en calefacción, entre otros aspectos. Para mantener un confort térmico dentro de la vivienda, se exigen estándares térmicos asociados a la reducción de la transmisión del calor de las soluciones constructivas que constituyen la envolvente de la vivienda.

El aislamiento térmico es la capacidad de la solución constructiva para reducir el paso del calor de un recinto interior a un recinto exterior.

Para medir dicha capacidad, es necesario determinar la **Transmitancia Térmica U** o la **Resistencia Térmica Rt** de la solución.

Transmitancia Térmica (U)

Se define según la Sección 4.7 de la NCh 853 como el *"flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre los dos ambientes separados por dicho elemento"*. Se expresa en W/(m² x K).

La Transmitancia Térmica se determina experimentalmente según la norma NCh 851, o bien por el cálculo según la norma NCh 853.

Resistencia Térmica (RT)

Según la Sección 4.6 y 4.6.2. de la misma norma, la Resistencia Térmica Rt (Resistencia Térmica Total de un elemento compuesto) es el *"inverso de la Transmitancia Térmica del elemento"*. Es la *"oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción"*. Rt=1/U. Se expresa en m² x K/W.

EXIGENCIAS: ESTÁNDAR NORMATIVO OGUC

Según el Artículo 4.1.10. de la OGUC, todas las viviendas deberán cumplir con las exigencias de acondicionamiento térmico que se señalan en dicho artículo. Estas exigencias se aplican a las soluciones constructivas que constituyen la envolvente de la vivienda, es decir, soluciones constructivas de Muro Perimetral, Techumbre, y Piso Ventilado.

Según el Punto 1.A (Exigencias) de dicho artículo, las soluciones constructivas deberán tener una Transmitancia Térmica "U" igual o menor, o una Resistencia Térmica total "Rt" igual o superior, a las señaladas en la Tabla 3 para la zona que le corresponda, de acuerdo con los planos de zonificación térmica del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

CASOS EXCEPCIONALES: LOS PDA

Los Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA), instrumentos de gestión ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, tienen como objetivo reducir los niveles de contaminación del aire, con el objeto de proteger la salud de la población. Ciertas comunas de Chile, parte de un PDA, requieren según el Artículo 4.1.10 Bis. de la OGUC, entonces mayor exigencia térmica que las establecidas en el Artículo 4.1.10 de la OGUC. Por lo tanto, para estas comunas, las soluciones constructivas deberán tener una Transmitancia Térmica "U" igual o menor, o una Resistencia Térmica total "Rt" igual o superior, a las señaladas en la Tabla 3 para el PDA que le corresponda.

Cuando una solución cumple con una de las zonas térmicas y PDA señalados en la Tabla 3, "**Diseña Madera**" lo indicará en su ficha con un símbolo "check" u otro.

TRANSMITANCIA TÉRMICA U MÁXIMA, RESISTENCIA TÉRMICA RT MÍNIMA Y VALOR R100, REQUERIDOS PARA SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EN MADERA

EMPLAZAMIENTO		TE TECHUMBRE			MP MURO PERIMETRAL			PV PISO VENTILADO		
		U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	R100 [m²K/W]x100	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	R100 [m²K/W]x100	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	R100 [m²K/W]x100
ZONA TERMICA	1	0,84	1,19	94	4,0	0,25	23	3,60	0,28	23
	2	0,60	1,67	141	3,0	0,33	23	0,87	1,15	98
	3	0,47	2,13	188	1,9	0,53	40	0,70	1,43	126
	4	0,38	2,63	235	1,7	0,59	46	0,60	1,67	150
	5	0,33	3,03	282	1,6	0,63	50	0,50	2,00	183
	6	0,28	3,57	329	1,1	0,91	78	0,39	2,56	239
	7	0,25	4,00	376	0,6	1,67	154	0,32	3,13	295
PDA	TEMUCO Y PADRE LAS CASAS	0,28	3,57	357	0,45	2,22	222	0,50	2,00	200
	TALCA - MAULE	0,38	2,63	263	0,80	1,25	125	0,60	1,67	150
	CHILLÁN - CHILLÁN VIEJO	0,28	3,57	357	0,45	2,22	222	0,50	2,00	200
	OSORNO	0,28	3,57	357	0,40	2,50	250	0,39	2,56	256
	COYHAIQUE	0,25	4,00	400	0,35	2,86	286	0,32	3,13	313
	VALDIVIA	0,28	3,57	357	0,40	2,50	250	0,39	2,56	256
	LOS ÁNGELES	0,28	3,57	357	0,45	2,22	222	0,50	2,00	200
	VALLE CENTRAL PROVINCIA CURICÓ	0,38	2,63	263	0,80	1,25	125	0,60	1,67	167
	CONCEPCIÓN METROPOLITANO	0,33	3,03	303	0,60	1,67	167	0,60	1,67	167
	VALLE CENTRAL REGIÓN O'HIGGINS (Z3)	0,38	2,63	235	1,7	0,59	46	0,60	1,67	150
	VALLE CENTRAL REGIÓN O'HIGGINS (Z5)	0,28	3,57	329	1,1	0,91	78	0,39	2,56	239

Tabla 3. Exigencias Térmicas requeridas para soluciones constructivas en madera (basado en Artículo 4.1.10./4.1.10 Bis. de la OGUC y Decretos PDA)

EXIGENCIAS: ESTÁNDAR SUSTENTABLE MINVU

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo establece un nuevo estándar sustentable con respecto al requerimiento térmico a través del documento denominado “Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas” (ECSV). En dicho documento se muestran nuevas exigencias térmicas, introduciendo nuevas zonas térmicas y nuevos valores de transmitancia y resistencia térmica asociados. [Tabla 4].

TRANSMITANCIA TÉRMICA U MÁXIMA, RESISTENCIA TÉRMICA RT MÍNIMA Y VALOR R100, REQUERIDOS PARA SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EN MADERA												
EMPLAZAMIENTO			TE			MP			PV			
			TECHUMBRE			MURO PERIMETRAL			PISO VENTILADO			
			U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	R100 [m²K/W]x100	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	R100 [m²K/W]x100	U [W/m²K]	Rt [m²K/W]	R100 [m²K/W]x100
ZONA TERMICA	A	ARICA ANTOFAGASTA	0,84	1,19	119	2,10	0,48	48	3,60	0,28	28
	B	MA.ELENA COPIAPÓ	0,47	2,13	213	0,80	1,25	125	0,70	1,43	143
	C	COQUIMBO VALPARAÍSO	0,47	2,13	213	0,80	1,25	125	0,87	1,15	115
	D	SANTIAGO TALCA	0,38	2,63	263	0,80	1,25	125	0,60	1,67	167
	E	CONSTITUCIÓN CONCEPCIÓN	0,33	3,03	303	0,60	1,67	167	0,60	1,67	167
	F	CHILLÁN TEMUCO	0,28	3,57	357	0,45	2,22	222	0,50	2,00	200
	G	OSORNO PUERTO MONTT	0,28	3,57	357	0,40	2,50	250	0,39	2,56	256
	H	PUTRE LONQUIMAY	0,25	4,00	400	0,30	3,33	333	0,32	3,13	313
	I	COYHAIQUE PUNTA ARENAS	0,25	4,00	400	0,35	2,86	286	0,32	3,13	313

Tabla 4. Exigencias Térmicas requeridas para soluciones constructivas en madera (basado en Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas, MINVU)

Las zonas climático-habitacionales utilizadas en el Estándar están basadas en la NCh 1079.

El Estándar Sustentable MINVU exige entre otros, la eliminación del riesgo de condensación superficial e intersticial para las soluciones de Muro Perimetral, Techumbre y Piso Ventilado, los que se entienden como elementos constitutivos de la envolvente térmica de las viviendas. Esto último se evaluará según el procedimiento de la NCh 1973 y las condiciones de cálculo definidas por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Por lo tanto, para esta nueva exigencia, “**Diseña Madera**” recomienda incorporar una barrera de vapor y una barrera de humedad y de aire, que considere tanto el requerimiento del proyecto como el procedimiento de la NCh 1973.

REQUERIMIENTO ESTRUCTURAL

El requerimiento estructural debe cumplir con los requisitos normativos indicados en la OGUC, DS N°10 (MINVU) y las recientes actualizaciones normativas que aplican en este caso.

Adicionalmente "**Diseña Madera**" entrega recomendaciones estructurales a aplicar a nivel de una solución. Los requerimientos estructurales aplicados por "**Diseña Madera**" para las soluciones constructivas, provienen de los estudios y resultados del proyecto CORFO 16BPE-62260 (Evaluación y propuesta de modificación de normativa de diseño sísmico nch433 para la construcción de una edificación de mediana altura en Chile con estructura en madera utilizando el sistema de marco y plataforma), realizado por el CIM UC CORMA.

En este estudio se lograron validar los actuales factores de diseño sísmico de edificios de hasta 6 pisos de altura en el sistema marco plataforma en madera, R=5.5 y Δ_{max}=0.002. Sin embargo, es necesario señalar que el alcance del proyecto no permitió estudiar algunos tipos de tableros arriostrantes y fijaciones que pueden ser encontradas en algunas soluciones constructivas. Por este motivo, "**Diseña Madera**" no recomienda que sean utilizados como parte del sistema resistente lateral de una estructura, en caso de haber considerado los factores de diseño sísmico mencionados anteriormente para el sistema marco plataforma en madera. En relación a lo anterior, los elementos que **No** se recomiendan utilizar son:

- El uso de cualquier conector distinto a clavos como elemento de fijación entre el tablero arriostrante estructural y el marco de madera. O cualquiera que **NO** cumpla con los requerimientos que se indican más abajo.
- El uso de cualquier elemento diferente de OSB y terciado como elemento arriostrante estructural de losas y muros. O cualquiera que **NO** cumpla con los requerimientos que se indican más abajo.

En las siguientes secciones se detallan los requerimientos y consideraciones estructurales aplicados por "**Diseña Madera**" para las diferentes soluciones constructivas. Más información respecto al diseño estructural de edificios del sistema de marco plataforma, puede ser encontrada en:

1. CIM UC. *Manual de diseño de estructuras en madera*.
2. Guindos, P (2019). *Conceptos avanzados del diseño estructural con madera. Parte 1: Uniones, refuerzos, elementos compuestos y diseño antisísmico.* Santiago, Chile: *Ediciones UC.*
3. Guindos, P (2019). *Conceptos avanzados del diseño estructural con madera. Parte 2: CLT, modelación numérica, diseño anti-incendios, y ayudas al cálculo.* Santiago, Chile: *Ediciones UC.*

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE MURO

Se incluyen en las soluciones constructivas de Muro, las soluciones de Muro Perimetral, Muro Divisorio y Muro Interior.

Los muros en el sistema marco plataforma pueden ser clasificados de la siguiente manera, según la función que poseen en el edificio:

- **MUROS NO ESTRUCTURALES (NO SOPORTANTE)**

  Los muros no estructurales, son muros que **No** cumplen una función estructural dentro del edificio, por lo que deben estar desvinculados de la estructura.

- **MUROS ESTRUCTURALES (SOPORTANTE)**

  Los muros estructurales, son muros que cumplen una función estructural dentro del edificio. Es posible identificar dos tipos de muros estructurales:

  - MUROS GRAVITACIONALES

  Son muros que solo resisten cargas gravitacionales (función gravitacional), y sus requerimientos mínimos son:

  i) La madera utilizada en pies derechos y soleras debe ser de **calidad estructural.**

  - MUROS DE CORTE

  Son muros que resisten cargas gravitacionales y laterales (función gravitacional y lateral), sus requerimientos mínimos son:

  i) La madera utilizada en pies derechos y soleras debe ser **de calidad estructural.**

  ii) Deben poseer un **tablero arriostrante estructural** en al menos unas de sus caras. El tablero debe estar unido mecánicamente en todo su perímetro al marco de madera (pies derechos y solera) por medio de una unión clavada.

  iii) Deben poseer algún sistema de **anclaje anti-levantamiento**.

  iv) Deben poseer anclajes **anti-deslizamiento**.

Para cada solución constructiva de muro, se identifica en la ficha técnica, la posible función estructural que esta puede poseer dentro de una estructura, como se muestra en la Figura 4. Según las funciones estructurales que posea un muro, este podrá ser considerado como ***Muro No Estructural, Muro Gravitacional y Muro de Corte***. En la Tabla 5 se resume el tipo de muro que puede ser una solución constructiva según su función estructural.

Para que efectivamente un muro cumpla la función estructural identificada se deben respetar los requerimientos estructurales descritos anteriormente. En caso de que no se cumplan los requerimientos ii y/o iii y/o iv, para un muro de corte, el muro podrá ser considerado como un Muro Gravitacional, siempre que se respeten los requerimientos estructurales de un Muro Gravitacional.

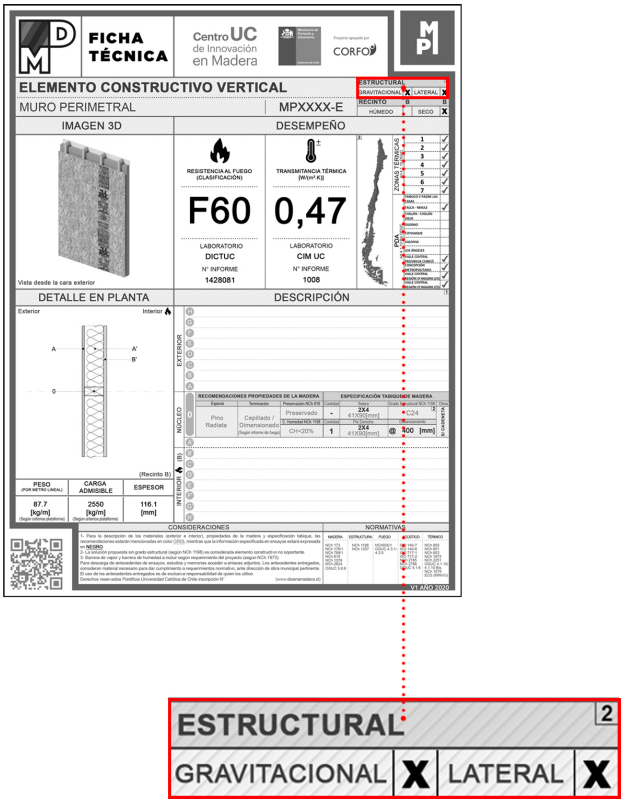


Figura 4. Ejemplo de la función estructural de una solución constructiva de muro en una ficha.

REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES PARA SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS VERTICALES EN MADERA			
FUNCIÓN ESTRUCTURAL	MP / MD / MI		
	MURO PERIMETRAL/MURO DIVISORIO/MURO INTERIOR		
	MURO ESTRUCTURAL (SOPORTANTE)		MURO NO ESTRUCTURAL (NO SOPORTANTE)
	MURO DE CORTE	MURO GRAVITACIONAL	
GRAVITACIONAL	X	X	
LATERAL	X		

Tabla 5. Requerimientos estructurales para soluciones constructivas verticales en madera

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE ENTREPISO, PISO VENTILADO y TECHUMBRE

Las soluciones constructivas de Entrepisos, Pisos Ventilados y Techumbres, estructuralmente cumplen una función de diafragmas, por lo que siempre deben resistir cargas gravitacionales y laterales.

Los requerimientos que **siempre** deben cumplir dichas soluciones son:

i) La madera utilizada en vigas y cadenetas debe ser de **calidad estructural.**

ii) Deben poseer un **tablero arriostrante estructural** en al menos unas de sus caras. El tablero debe estar unido mecánicamente en todo su perímetro al marco de madera (vigas y cadenetas) por medio de una unión clavada.

Las soluciones constructivas de Entrepisos, Pisos Ventilado y Techumbres siempre deben resistir cargas gravitacionales y laterales, lo que se resume en la Tabla 6. Gráficamente lo anterior se verá reflejado en las fichas de las soluciones constructivas, como se muestra en la Figura 5.

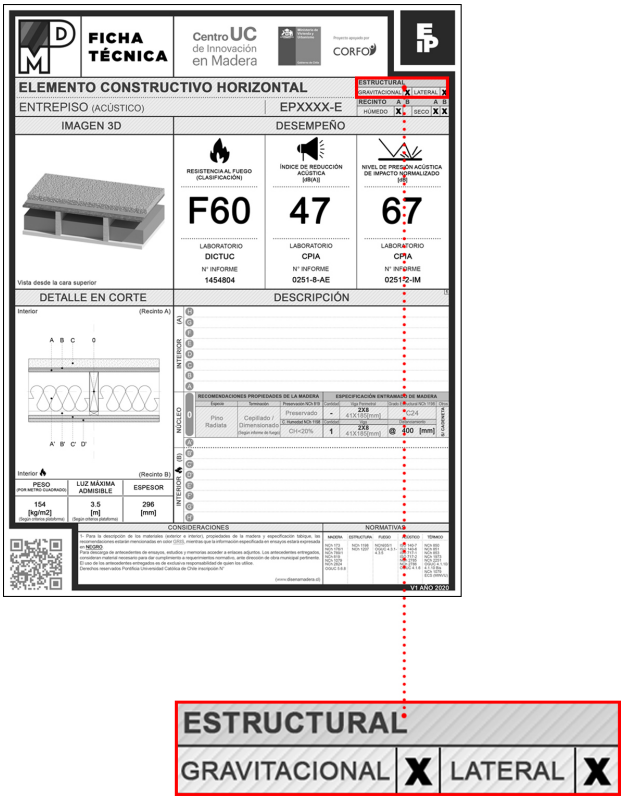


Figura 5. Ejemplo de la función estructural de una solución constructiva horizontal en una ficha.

REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES PARA SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS HORIZONTALES EN MADERA			
FUNCIÓN ESTRUCTURAL	EP	PV	TE
	ENTREPISO	PISO VENTILADO	TECHUMBRE
GRAVITACIONAL	X	X	X
LATERAL	X	X	X

Tabla 6. Requerimientos estructurales para soluciones constructivas horizontales en madera

DEFINICIONES Y REQUERIMIENTOS DE LOS COMPONENTES DE UNA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA ESTRUCTURAL

MADERA CLASIFICADA ESTRUCTURALMENTE

La madera utilizada en los pies derechos y soleras del muro estructural o vigas y cadenetas de Entrepisos, Techumbres y Pisos Ventilados debe ser de calidad estructural.

Los grados estructurales de la madera pino radiata se definen en la Tabla 4b de la Sección 5.2 de la NCh 1198.

TABLERO[1] ARRIOSTRANTE ESTRUCTURAL

El **Manual de Diseño de Estructuras de Madera** los define como:

"Son elementos planos de pequeños espesores, que resultan a través de la unión de varias capas de virutas prensadas (caso de OSB), o capas de chapas de madera (caso del contrachapado), las cuales se van uniendo de forma perpendicular entre sí para conseguir una mayor estabilidad y resistencia, estas capas son vinculadas mediante el uso de adhesivos sometiéndolas a procesos de altas presiones y temperaturas. Su función principal es otorgar al muro resistencia y rigidez ante las cargas horizontales en el plano del muro".

Para las soluciones constructivas de muros y losas (elementos verticales y horizontales) se considera como un tablero arriostrante adecuado para uso estructural de edificios en mediana altura, aquel que certifique cumplir con al menos la categoría de grado "Sheathing" de acuerdo con el estándar APA (American Plywood Association - https://www.apawood.org).

[1] Según el itemizado oficial del Minvu, los tableros arriostrantes estructurales como OSB o Terciado, son denominados como Planchas: "Plancha OSB o Plancha Terciado".

UNIÓN CLAVADA TABLERO-MARCO

La unión clavada es la que permite que el tablero arriostrante (elemento rígido) pueda trabajar en conjunto con el marco de madera (elemento flexible), y de esta forma, resistir las fuerzas laterales.

El tipo de clavo utilizado deberá ser determinado según los requerimientos de resistencia y rigidez del muro. Se recomienda utilizar clavos que sean equivalentes a los utilizados por el código estadounidense *Special Design Provisions for Wind & Seismic* (2015) para muros de marco plataforma en madera, que son los clavos 6d, 8d y 10d, que para el tipo "common" posee las siguientes dimensiones de diámetro x largo:

- **6d:** 0.113x2" - 2.87x50.8mm.
- **8d:** 0.131x2.5" - 3.33x63.5mm.
- **10d:** 0.148x3" - 3.76x76.2mm.

El distanciamiento recomendado entre fijaciones perimetrales (a) se realiza generalmente a cada 150, 100 o bien 50 mm, dependiendo de los requerimientos de resistencia y/o rigidez del muro. El distanciamiento entre fijaciones interiores (b) se realiza por lo general a cada 200 mm o 300 mm. [Figura 6]

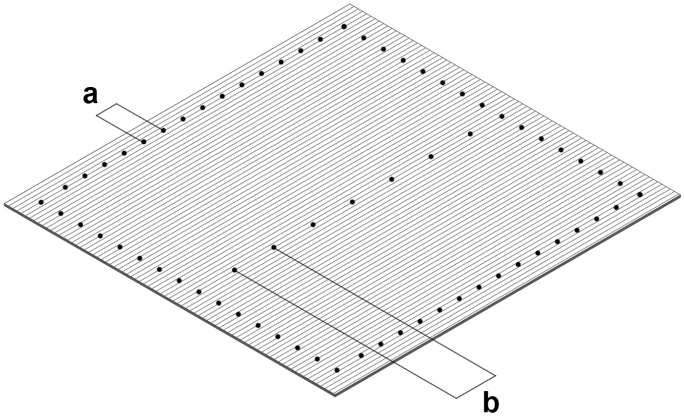


Figura 6. Unión clavada tablero-marco (Distanciamiento de fijaciones.)

ANCLAJES ANTI-DESLIZAMIENTO

El ***Manual de Diseño de Estructuras de Madera*** los define como:

"Son uniones de transferencia de corte, estos conectores son elementos de acero ubicados en las soleras superior e inferior de los muros estructurales, cumplen la función de limitar el deslizamiento de los mismos con respecto a los elementos de la losa de entrepiso y de la fundación. Normalmente se materializan por medio de la instalación de pernos, tornillos, tirafondos o angle brackets".

ANCLAJES ANTI-VOLCAMIENTO

El ***Manual de Diseño de Estructuras de Madera*** los define como:

"Son dispositivos de acero que se instalan en cada uno de los extremos de los muros de corte cuya función es la de contrarrestar los efectos del volcamiento en los mismos, esto se logra debido a que actúan restringiendo el levantamiento de la esquina traccionada en el muro cuando es sometido a fuerzas horizontales".

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA VERTICAL



Figura 7. Propiedades físicas de solución constructiva vertical.

Peso (por metro lineal)

Es el peso estimado por metro lineal del elemento constructivo vertical (Muro Perimetral, Muro Divisorio y Muro Interior). Parámetro que permite la estimación del peso total del elemento al multiplicarse por el largo total de este.

Carga admisible

Es la resistencia admisible por unidad de largo del muro ante cargas gravitacionales. Está calculada considerando la Sección 7.3 de la NCh 1198, y depende del grado estructural, escuadría y distanciamiento de los pies derechos de la solución constructiva.

Espesor

Es la dimensión de la sección de un elemento constructivo vertical, medida en forma transversal al plano de este (Definición basada en la OGUC).

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA HORIZONTAL



Figura 8. Propiedades físicas de solución constructiva horizontal.

Peso (por metro cuadrado)

Es el peso estimado por unidad de metro cuadrado del elemento constructivo horizontal (Entrepiso, Techumbre o Piso Ventilado). Parámetro que permite la estimación del peso total del elemento al multiplicarse por la superficie total de este.

Luz máxima admisible

Es la longitud libre máxima entre apoyos que puede soportar la solución constructiva horizontal.

Esta se calcula considerando la Sección 7.2 de la NCh 1198, y depende del grado estructural, escuadría y distanciamiento de las vigas de la solución constructiva. Para su cálculo, se utilizó la metodología de colaboración parcial viga-tablero, considerando una conexión cavada cada 30 cm y con una rigidez de 600 N/mm. Las cargas utilizadas para el cálculo corresponden al peso (por metro cuadrado) de la solución constructiva y una sobrecarga de 200 kgf/m2.

Espesor

Es la dimensión de la sección de un elemento constructivo horizontal, medida en forma transversal al plano de este (Definición basada en la OGUC).

DESCRIPCIÓN CAPAS

La descripción de una solución constructiva en "**Diseña Madera**" se compone de dos grandes partidas [Figura 9]. La primera partida consiste en la descripción del núcleo generalmente central de las piezas de madera representado en la ficha por el número 0. La segunda partida constituye la descripción de todas las capas (laterales y/o superiores e inferiores) ubicadas en ambos lados del núcleo, incluyendo la capa de aislación central (dentro del núcleo) con la letra A´. Las capas más cercanas del núcleo son representadas por la letra A por un lado, y B' por otro lado, hasta llegar a las capas más alejadas del núcleo, representadas por las letras H y H'. En función del grupo de solución constructiva y su uso en la vivienda, las capas estarán ubicadas hacia el lado exterior o hacia el lado interior de la vivienda, siendo el núcleo el elemento central de separación.

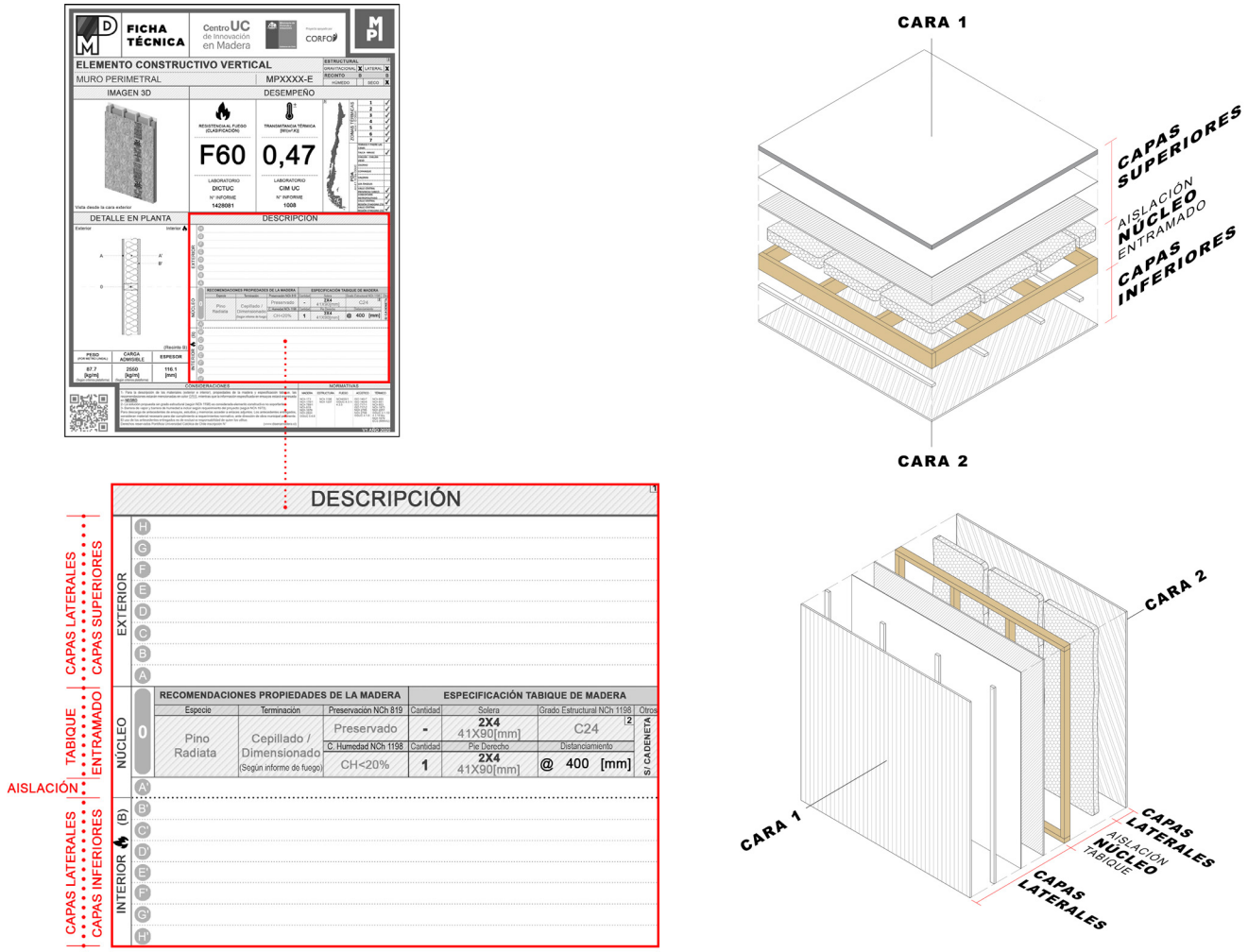


Figura 9. Descripción de una solución constructiva.

CAPAS LATERALES, SUPERIORES E INFERIORES:

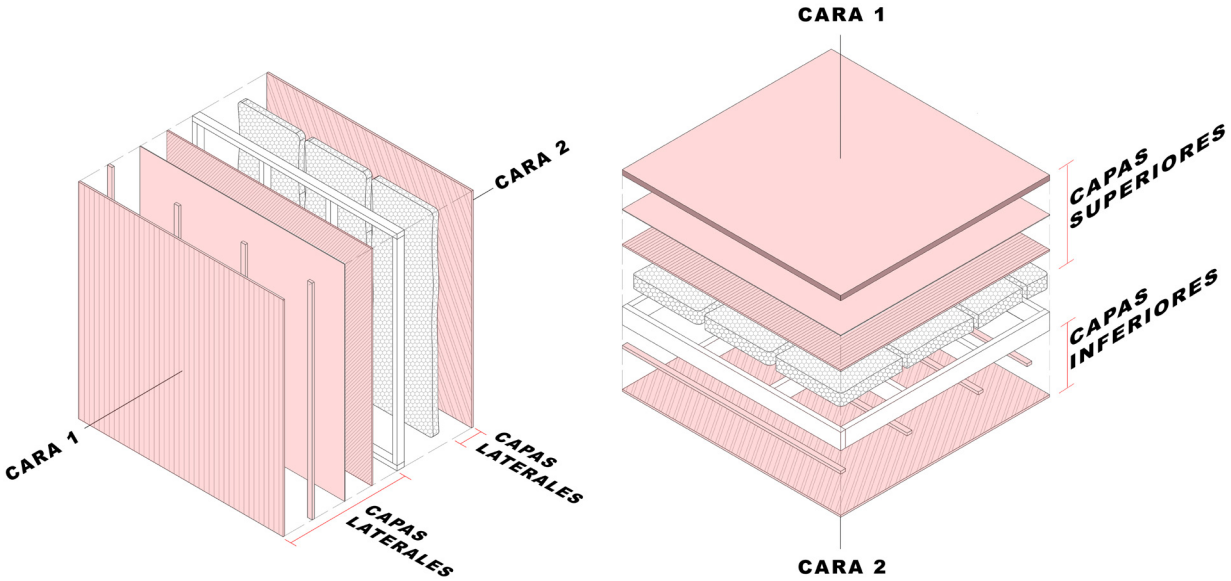


Figura 10. Capas laterales, superiores e inferiores.

Las capas laterales, superiores e inferiores [Figura 10] se componen de distintos materiales que pueden cumplir varias funciones como: revestimientos resistentes a la humedad (RH) para cocinas y baños, revestimientos resistentes al fuego (RF), y/o que ayuden a la aislación acústica en determinadas condiciones (viviendas pareadas), entre otros.

Cada solución constructiva posee dos caras (cara 1 y cara 2). En función de la ubicación y uso de la solución, las caras se orientarán hacia el interior o hacia el exterior de la vivienda, y tendrán su cara expuesta al fuego en una o en ambas caras.

"**Diseña Madera**" ha implementado diversas reglas de escritura para describir las distintas materialidades que constituyen la solución en cada partida.

Cada capa en su descripción incluye generalmente información indicando la materialidad, el tipo, la marca, el espesor y la densidad según el material. En el caso de que en los informes de desempeño no se indique la marca, el material se considerará como "Genérico" para "**Diseña Madera**".

Cabe señalar que, cuando una información no se especifica en los informes de desempeño, "**Diseña Madera**" entregará recomendaciones que aparecerán en color GRIS, en la sección de descripción de capas de materiales y núcleo de madera de la ficha técnica, mientras que la información especificada en los informes de desempeño estará expresada en color NEGRO.

La descripción de las capas puede ser distinta en función del formato de su material:

- **FORMATO PLANCHAS NO ESTRUCTURALES /MEMBRANAS**

  Nombre material: Formato/ Tipo de material/ Nombre comercial/ Proveedor/ Espesor[mm]

  Ejemplo: *Plancha Yeso Cartón ER(H) Gyplac Romeral 15[mm]*

- **FORMATO PLANCHAS ESTRUCTURALES**

  Las planchas arriostrantes (OSB, terciado, etc.) que cumplen una función estructural lateral (ver concepto 'Requerimiento Estructural'), estarán indicadas con la palabra **Estructural** en su descripción.

  Nombre material: Formato/ Tipo de material/ Clasificación Estructural/ Nombre comercial/ Proveedor/ Espesor[mm]

  Ejemplo: *Plancha OSB Estructural APA Plus LP 11,1[mm]*

  Para que una plancha sea considerada como **Estructural** en "**Diseña Madera**", debe cumplir con los requerimientos de un Tablero Arriostrante Estructural, que aparece especificado en el concepto 'Requerimiento Estructural' de esta guía.

- **FORMATO DISTANCIADORES**

  Los distanciadores corresponden a un entramado de segundo orden en madera de menor escuadría, si se comparan con los elementos principales que se fijan al revestimiento. Generalmente, los distanciadores no cumplen una función estructural. [Figura 11]

  Nombre material: Formato/ Tipo de material/ Escuadría [mm]/ distanciamiento elementos perpendiculares [mm] "⊥" a las vigas principales/ distanciamiento elementos paralelos [mm] "//" a las vigas principales.

  Ejemplo*: Estructura Secundaria Madera 20x41[mm] c/400 [mm]⊥ c/1200 [mm]//*

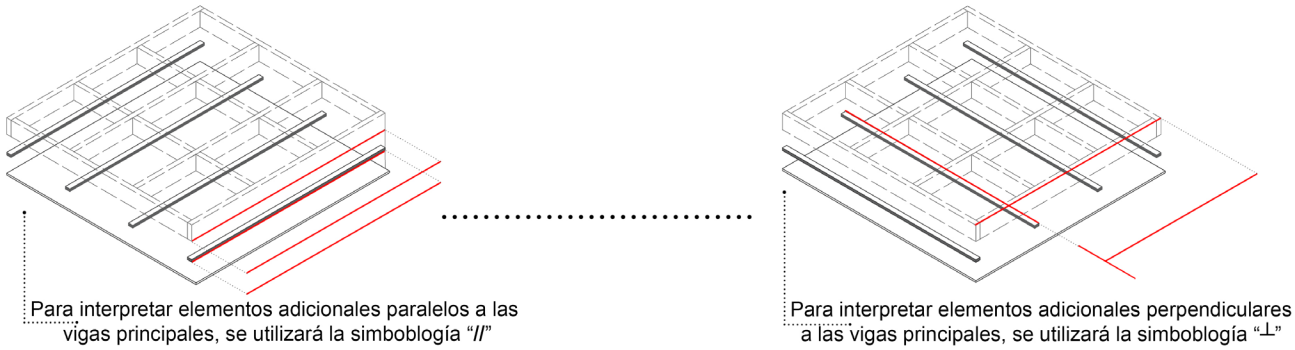


Figura 11. Descripción de la capa de distanciadores en "Diseña Madera".

NÚCLEO AISLACIÓN

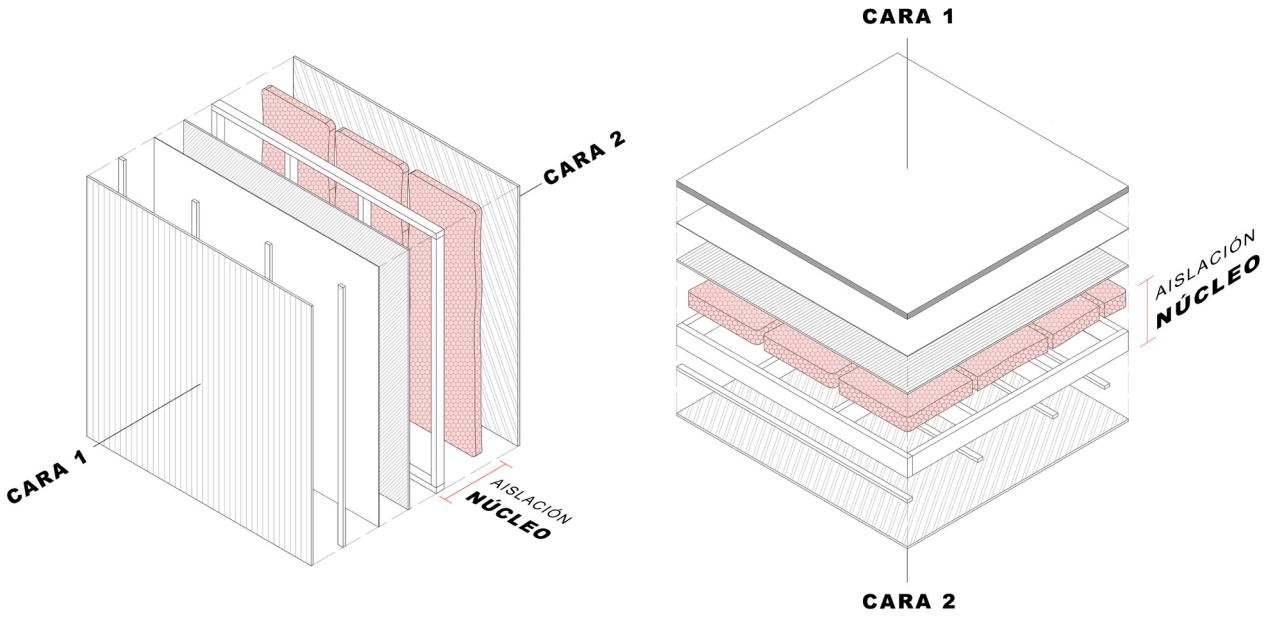


Figura 12. Capa de Aislación A'.

En una solución constructiva, la aislación principal se posiciona entre las piezas de madera del núcleo. [Figura 12]

En función de la solución constructiva, la aislación cumple doble funcionalidad: térmica y acústica.

Generalmente, se utiliza la aislación con cualidad térmica en las soluciones constructivas que constituyen la envolvente (Muro Perimetral, Techumbre y Piso Ventilado), y con cualidad acústica en las soluciones constructivas divisorias entre unidades (Entrepiso (Acústico) y Muro Divisorio).

Es importante considerar que, para el uso de este material, al contrario de otros, siempre se debe precisar la densidad(ρ), ya que, para el mismo tipo de aislante, y en función de su densidad, puede variar su conductividad térmica.

En la ficha técnica, la aislación dentro del núcleo se encuentra en la línea A' de la descripción de la solución.

- **DESCRIPCIÓN AISLACIÓN**

  Nombre material: Formato/ Tipo de Material/ Nombre comercial/ Marca/ Espesor [mm]/ (Densidad [kg/m³])

  Ejemplo: *Aislación Lana de Vidrio Romeral 80[mm] (11 [kg/m³])*

DESCRIPCIÓN NÚCLEO-MADERA

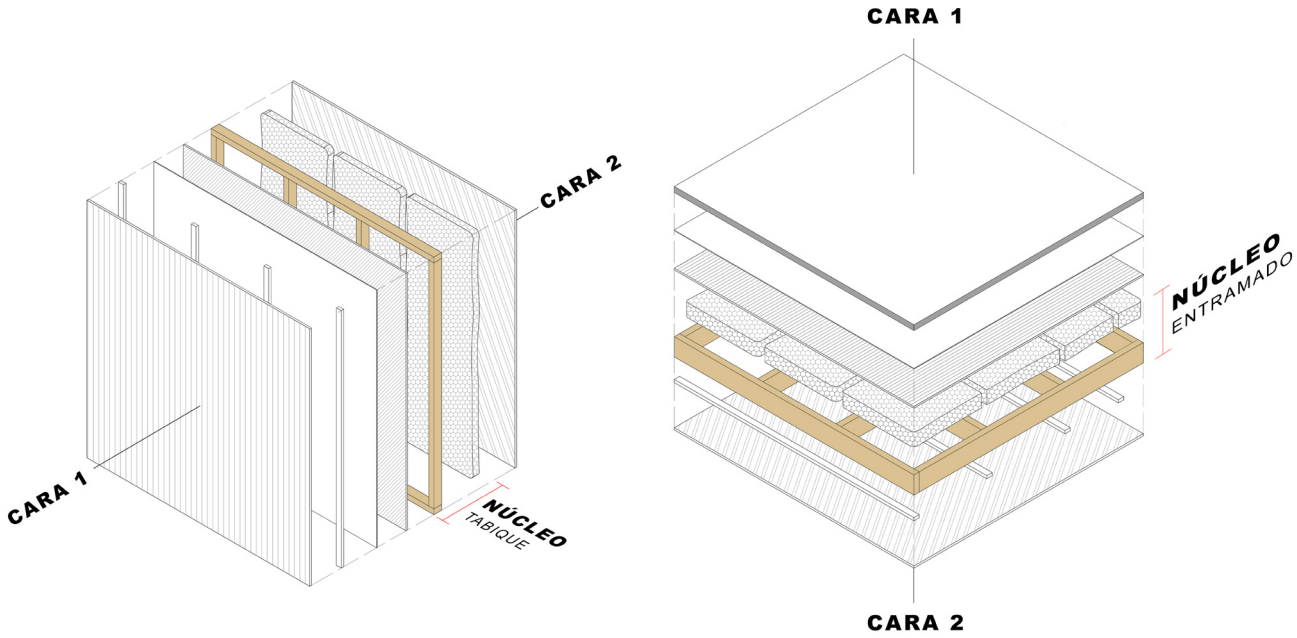


Figura 13. Capa del núcleo de madera 0.

El núcleo [Figura 13] está conformado por piezas de madera principales tal como pies derechos o vigas, y elementos adicionales de madera como cadenetas, formando un tabique vertical u entramado horizontal de madera de pino radiata.

El Rotulado[2] del MINVU menciona que, para que una pieza de madera sea apta para ser utilizada como elemento estructural de una edificación, debe cumplir con ciertos requisitos: ser clasificada estructuralmente (según NCh1198) y cumplir con los atributos de terminación, humedad, dimensiones y preservación (según lo dispuesto en la OGUC).

Los requisitos y otros términos descriptivos del núcleo se agrupan en la ficha técnica en dos partes, las Propiedades [Figura 14] y Especificación Técnica [Figura 15 y Figura 16] del núcleo de madera detallados a continuación.

[2] Decreto elaborado por el MINVU que fija requisitos de rotulación para la madera que se comercializa en el país.

PROPIEDADES DE LA MADERA

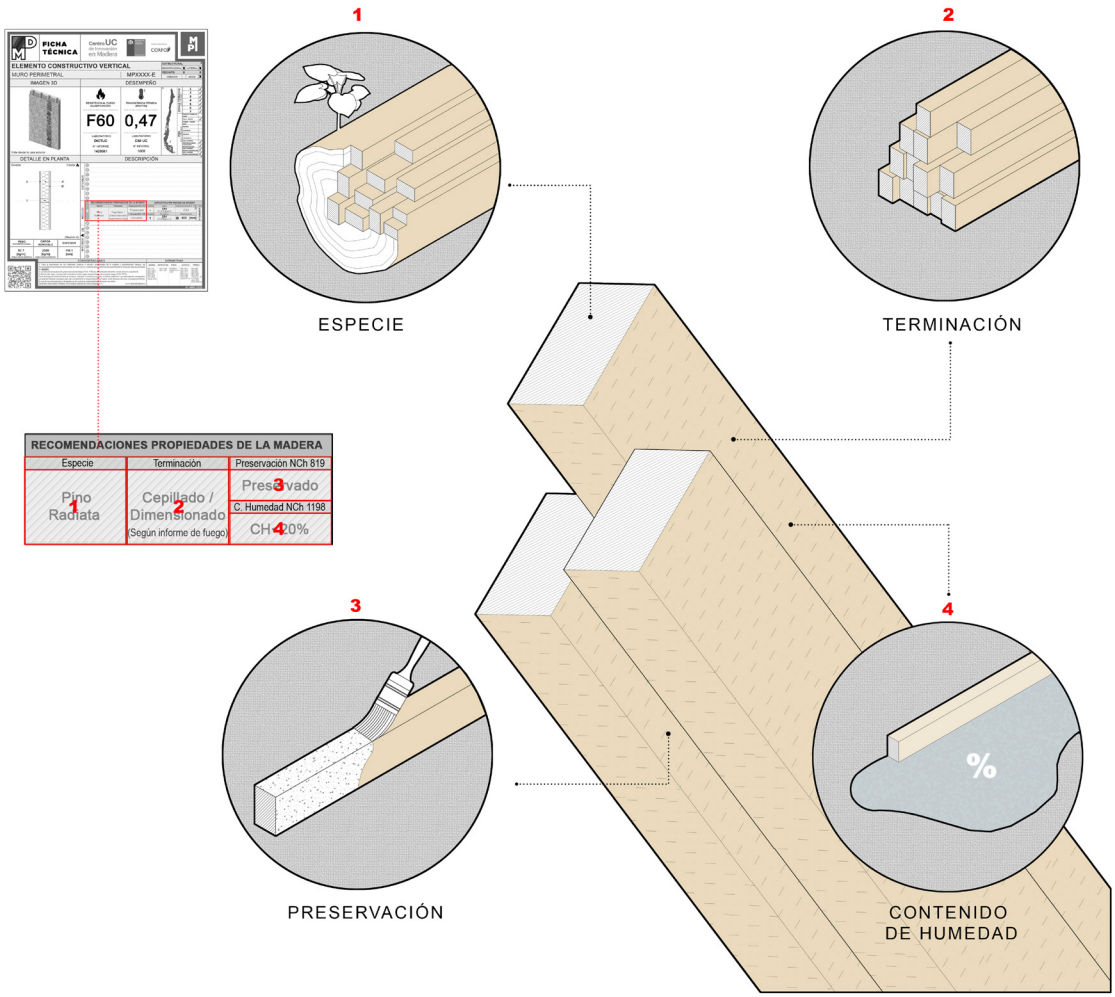


Figura 14. Propiedades de la madera.

Especie de la madera (1)

La especie de la madera, según definición del Rotulado del MINVU es el nombre que se le otorga a la madera de acuerdo al árbol de su procedencia, lo que se asocia a propiedades físicas y durabilidad. Al respecto, en nuestro país se encuentran diferentes tipos de especies, como: Pino Radiata, Pino Oregón, Eucalipto Nitens, entre otros. La especie de la madera contemplada en "**Diseña Madera**" es el Pino Radiata, que además es la principal especie utilizada en la construcción de viviendas en madera en Chile. Asimismo, tiene propiedades físicas y mecánicas bien específicas (según lo dispuesto en la NCh 1198), por lo tanto, los cálculos de ciertos filtros estructurales definidos en esta plataforma están basados solamente en las propiedades de esta especie.

Terminación (2)

Según el Rotulado del MINVU, la terminación es el grado de acabado que tiene la superficie de la madera aserrada.

Como terminación existen dos opciones:

- Dimensionado: corresponde a madera que solo ha sido sometida a un proceso de aserrado.

- Cepillado: corresponde a la madera que ha sido sometida a un proceso de cepillado, posterior al aserrado.

Solo se aceptan estas dos opciones como terminación para la madera. Por lo que, en "**Diseña Madera**" es necesario referirse al informe de desempeño de resistencia al fuego, para identificar la terminación según corresponda.

Preservación (3)

Según la NCh 173, la preservación es la "*operación de aplicar preservantes a la madera para evitar o retardar la acción destructora de agentes biológicos o del fuego, según lo especificado en NCh 819".*

Según el Artículo 5.6.8 de la OGUC, la madera de Pino Radiata usada estructuralmente debe ser preservada puesto que, se posiciona dentro de la quinta categoría de la clasificación de maderas según durabilidad natural de la NCh 789/1. Por consiguiente, es considerada como una especie no durable y debe someterse a un proceso de impregnación conforme a la norma NCh 819.

Contenido de humedad (4)

Según la NCh 173, el contenido de humedad *es "la cantidad de agua contenida en la madera, expresada como porcentaje de su peso anhidro".*

En Chile, el procedimiento y ensayo para medir el contenido de humedad está establecido en la norma NCh 176/1.

La madera estructural debe tener en el momento de su utilización, un contenido de humedad igual al correspondiente a la humedad de equilibrio del lugar donde prestará servicio (NCh 1198).

Las humedades de equilibrio están expuestas, en primer lugar, en la Tabla del Artículo 5.6.8 de la OGUC. Dicha tabla enseña los límites de humedad permitida de la madera en función de la zona climático-habitacional de la NCh 1079, donde se ubicará la edificación. En segundo lugar, la NCh 1198 presenta, por un lado, en la Tabla 1 del Artículo 4.4, las humedades de equilibrio de maderas en condiciones de servicio en un edificio y, por otro lado, en su Anexo D, las humedades de equilibrio de madera expuestas a la intemperie de diferentes regiones de Chile.

"**Diseña Madera**" recomienda que el contenido de humedad de las piezas estructurales de madera aserrada de Pino Radiata de las soluciones constructivas sea inferior a 20% (CH<20%). Lo anterior se basa en que, según la NCh 1198, se determinan las tensiones admisibles y módulo de elasticidad de las piezas de Pino Radiata en condición seca (H= 12%) a partir de los valores establecidos en la Tabla 4b de dicha norma, y en función de los grados estructurales mencionados. Estos últimos son los mismos grados establecidos por el Rotulado del MINVU y "**Diseña Madera**".

En caso contrario, para maderas en condición verde (CH ≥ 20%), como lo estipula la Sección 6.1.1 de la NCh1198, sería necesario modificar las propiedades admisibles y módulos elásticos en condición seca por los factores mencionados en Tabla 9 de dicha norma.

Adicionalmente, la NCh 173 estipula que la madera aserrada debe tener un contenido de humedad menor a 20% (CH<20%) para que sea comercialmente seca

ESPECIFICACIÓN TABIQUE/ENTRAMADO

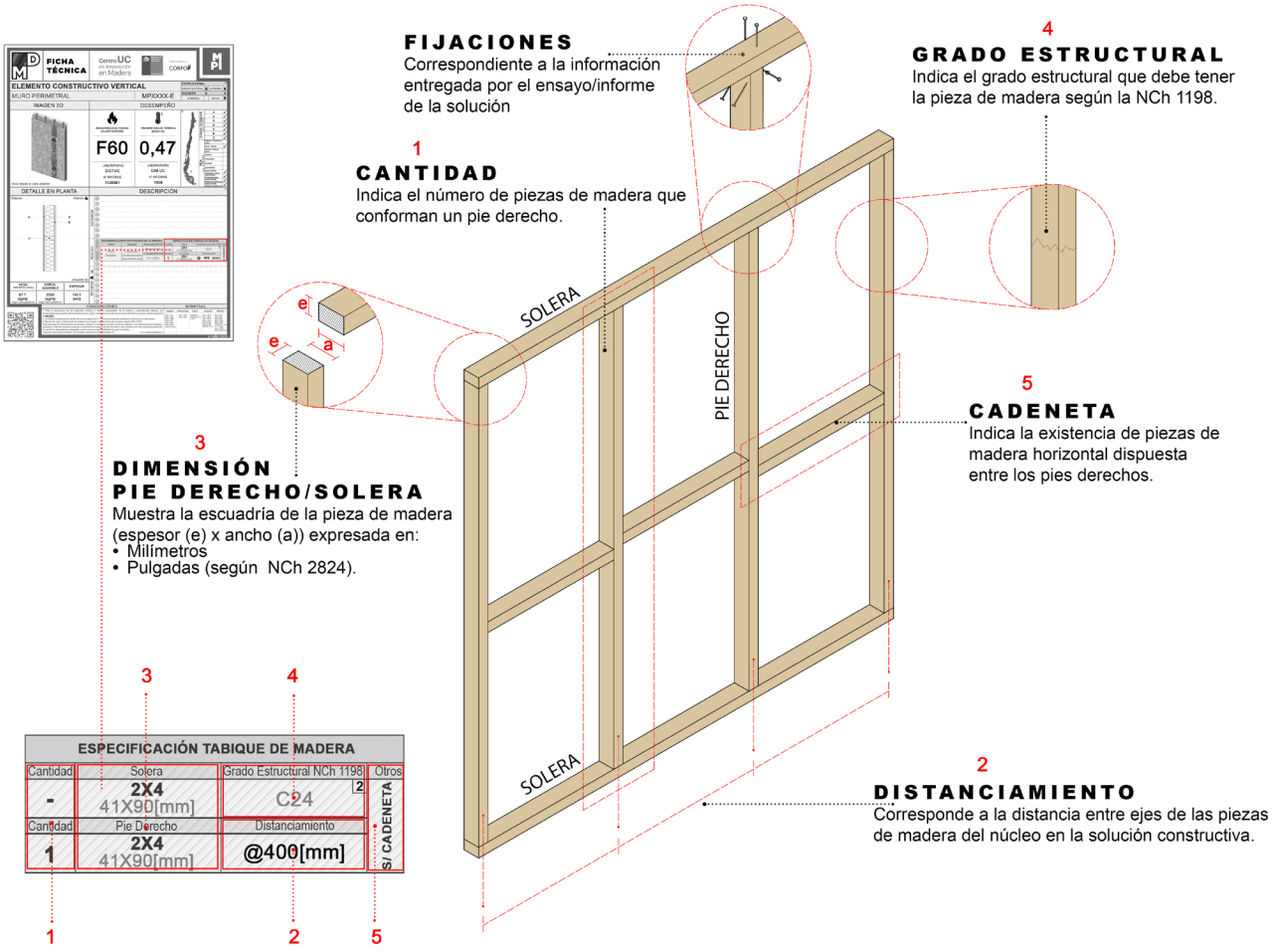


Figura 15. Especificación Tabique en madera.

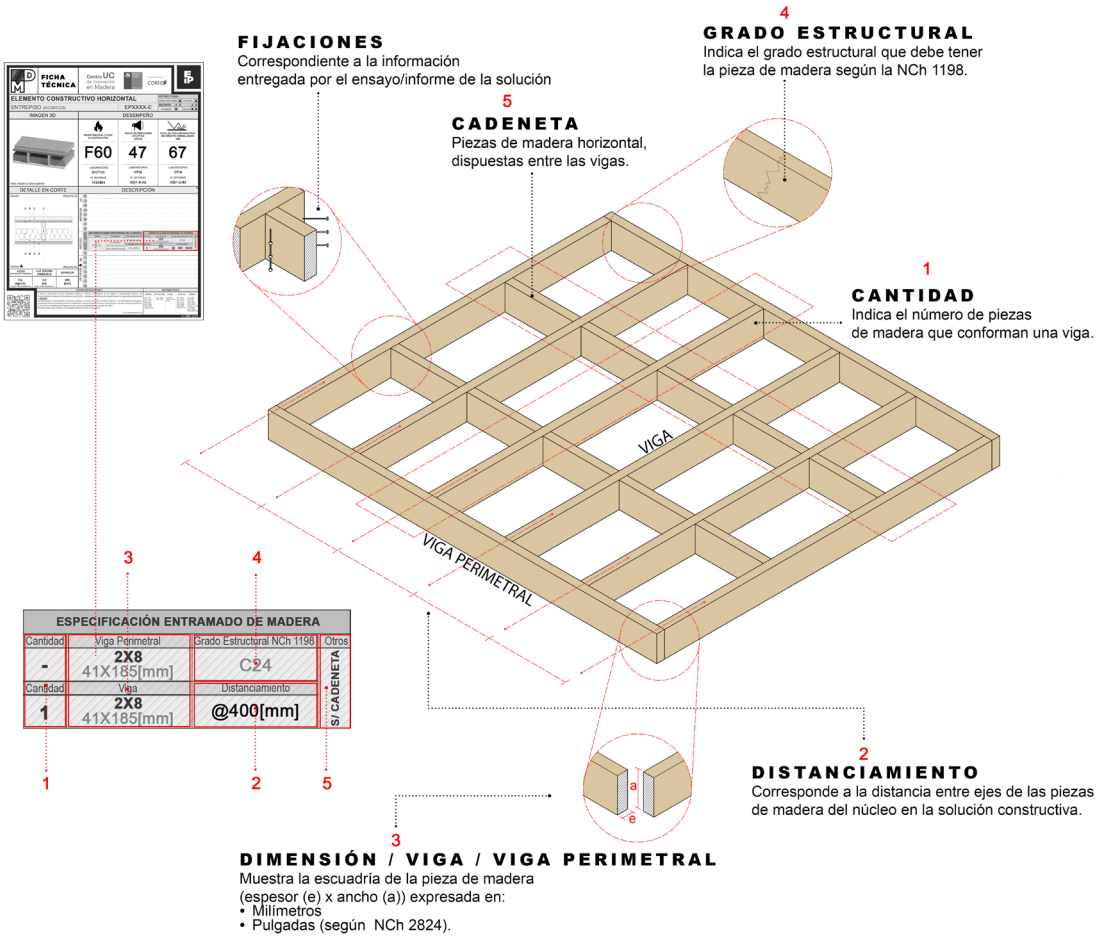


Figura 16. Especificación Entramado en madera.

Cantidad (1)

Se refiere al número de piezas de madera que conforman un pie derecho o una viga. Generalmente, para viviendas con menor cantidad de pisos, en ellas los pies derechos o vigas están compuestos de una simple pieza de madera. Dichas piezas se pueden duplicar para fines estructurales con el objetivo de alcanzar mayor resistencia de la solución, y por lo tanto pueden servir para una mayor cantidad de pisos. En este caso, dos piezas de madera conforman un pie derecho o viga. [Figura 17 y Figura 18]

Distanciamiento (2)

Corresponde a la distancia entre ejes de las piezas de madera de la solución constructiva. Generalmente se utiliza en viviendas con menor cantidad de pisos, un distanciamiento de 40 o 60 cm. En relación a lo anterior, mientras menor sea el distanciamiento entre pie derecho/viga, mayor será la resistencia de la solución constructiva y mayor será la cantidad de pisos que podrá alcanzar. Cuando el pie derecho o viga es doble, es decir, se conforma por dos piezas de madera, el distanciamiento se medirá de eje a eje, siendo el eje la separación de las dos piezas. [Figura 17 y Figura 18]

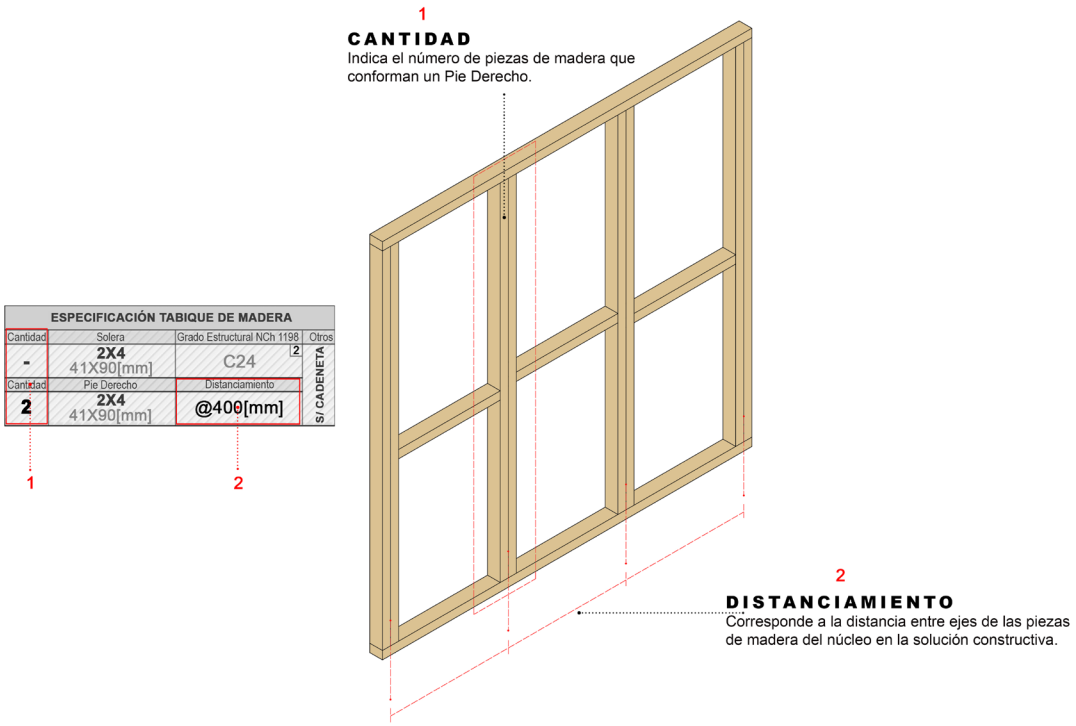


Figura 17. Cantidad y distanciamiento para dobles pies derechos en un tabique.

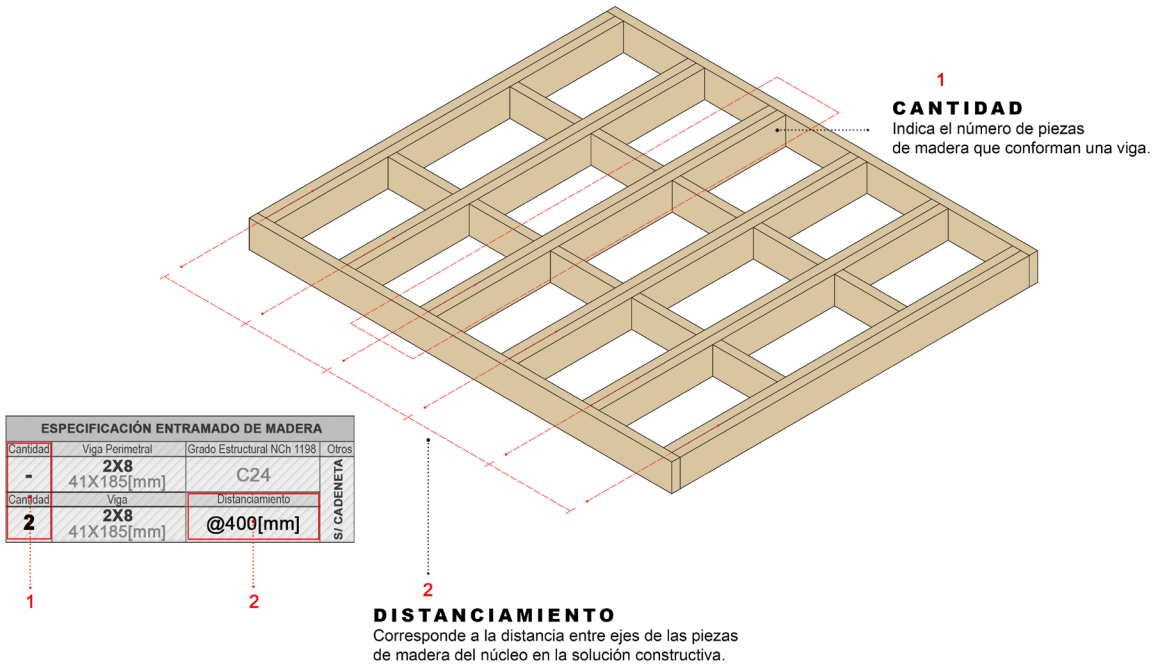


Figura 18. Cantidad y distanciamiento para dobles vigas en un entramado.

Dimensión/pie derecho-solera o viga-viga perimetral (3)

La dimensión corresponde a la expresión numérica de la escuadría de la sección transversal de una pieza y es expresada en milímetros (según NCh 173).

Según la NCh 173, la escuadría corresponde a la "*expresión numérica de las dimensiones de la sección transversal de una pieza*". Se expresa en milímetros y se presenta en el siguiente orden; espesor por ancho (según NCh 2824).

El espesor se define según la NCh 173, como la "*dimensión menor de la sección transversal de una pieza*".

El ancho se define según la NCh 173, como la "*dimensión mayor de la sección transversal de una pieza*". [Figura 19]

Para "**Diseña Madera**", la dimensión en milímetros de una escuadría asociada a una pulgada según lo expresado en la Tabla 1 y Tabla A.1 del Anexo A de la NCh 2824, se considera como **Dimensión Nominal (DN).**

A partir de lo mencionado en la Sección A.2 del Anexo A de la NCh 2824, la pulgada o **Denominación Comercial (DC)** corresponde a una designación adimensional de las **dimensiones nominales** de las piezas de madera de Pino Radiata. Es utilizada como unidad para el espesor y el ancho. En cuanto a uso y costumbre, la madera de pino radiata se comercializa en Chile utilizando la pulgada como unidad.

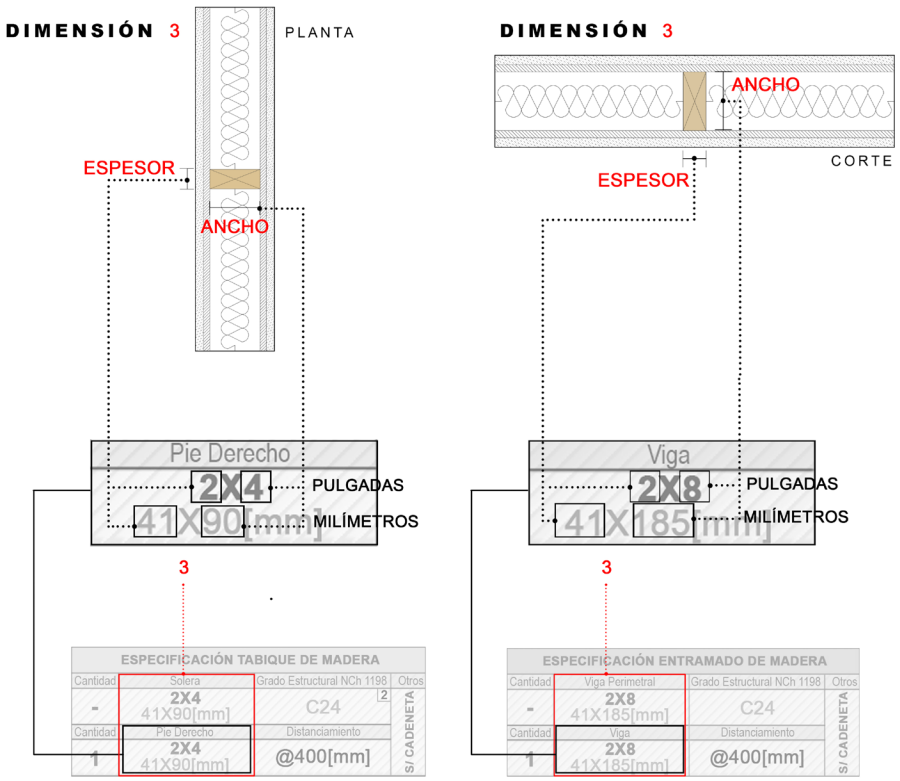


Figura 19. Dimensión de las escuadrías de piezas de madera (pie derecho, solera y vigas).

Cabe señalar que, en ciertas soluciones constructivas (generalmente horizontales), es posible encontrar otros tipos de vigas que no sea madera aserrada con otra configuración (como la viga Ijoist por ejemplo). En este caso, se define la dimensión solamente en mm.

DISPOSICIÓN (3bis)

La capa del núcleo puede tener sus piezas de madera dispuestas de dos maneras, de forma lineal o también de forma alternada [Figura 20]. La disposición alternada tiene distintos propósitos, entre otros, el aislamiento acústico. En este caso, las piezas de maderas perimetrales (soleras y pies derechos perimetrales para el tabique y vigas principales y perimetrales para el entramado horizontal) forman un marco de madera cuya escuadría es de mayor tamaño que las piezas de madera interiores dispuestas de manera alternada. En este caso, el distanciamiento se mide entre los ejes de las piezas de madera de una misma cara [Figura 20].

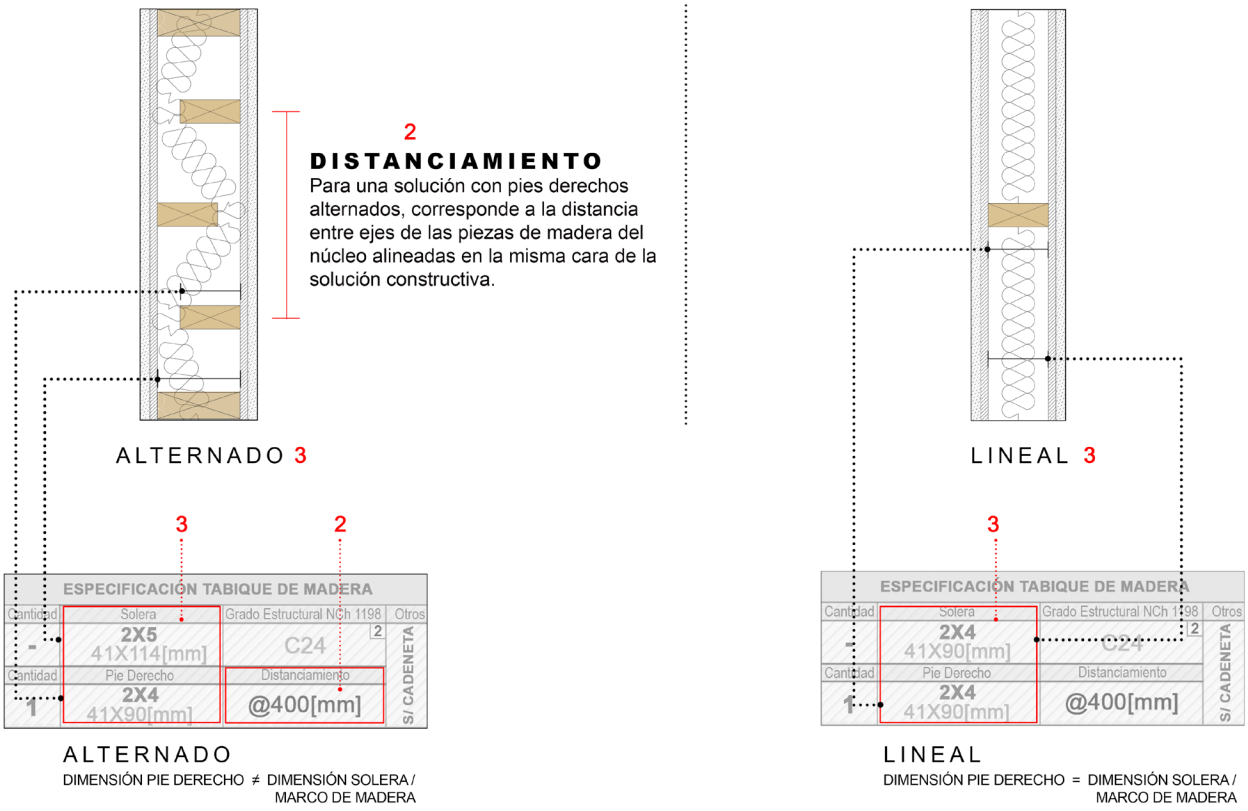


Figura 20. Disposición alternada y lineal de los pies derechos en un tabique.

Grado estructural (4)

Toda madera aserrada de Pino Radiata en condición seca, para que pueda ser empleada correcta y estructuralmente en una construcción debe tener un grado estructural previamente clasificado. Según las definiciones de la NCh 173, el grado estructural es la "*clasificación estructural de las piezas de madera, asociada principalmente a tensiones admisibles conforme lo especificado en NCh 1198*". En relación a lo anterior, se desprenden las siguientes clasificaciones (según Sección 5.2 de la NCh 1198):

- **Clasificación Visual** o grado estructurales visuales: GS, G1, G1 y mejor y G2, según corresponda (grados estructurales establecidos en la NCh 1207).
- **Clasificación Mecánica** o grados estructurales mecánicos: C16 o C24 (resultando de una clasificación mecánica de acuerdo con las exigencias implícitas en la aplicación de EN 338), MGP10 o MGP12 (resultando de la clasificación indicada en AS1720.1 2010), según Tabla 4b de la NCh 1198.

Es importante añadir que el código de la solución constructiva menciona, mediante una clasificación interna, el tipo de grado estructural que contiene su madera [Figura 21]. Por ejemplo, un Muro Perimetral cuyo código es MP0001-A, tendrá como grado estructural el grado GS.

Además, cabe mencionar que estos grados no se aplican para los otros tipos de vigas como la Ijoist, por ejemplo.

CLASIFICACIÓN GRADO ESTRUCTURAL	
GRADO ESTRUCTURAL NCH 1198	LETRA ASIGNADA
GS	A
G1	B
G1 y mejor	C
G2	D
C24	E
C16	F
MGP10	G
MGP12	H

Figura 21. Clasificación interna del grado estructural.

Cadenetas (5)

Se denomina así a los componentes adicionales colocados en dirección perpendicular a la estructura principal (pie derecho o viga) y que pueden cumplir varias funciones, entre otras: Generar bloqueo de los tableros, mitigar ciertos efectos en incendios, otorgar rigidez al diafragma en su plano, etc.

Asimismo, en la ficha técnica, se señala si la solución contiene cadenetas o no:

- **C/ CADENETA:** (Con Cadeneta) Existencia de cadenetas en el informe de la solución constructiva.
- **S/ CADENETA:** (Sin Cadeneta) Inexistencia o sin información de existencia de cadenetas en el informe de la solución constructiva.

La altura o distanciamiento de una cadeneta en un elemento constructivo vertical se mide entre ejes de una solera a una cadeneta. [Figura 22]

El distanciamiento de una cadeneta en un elemento constructivo horizontal se mide entre ejes de una cadeneta a otra. [Figura 23]

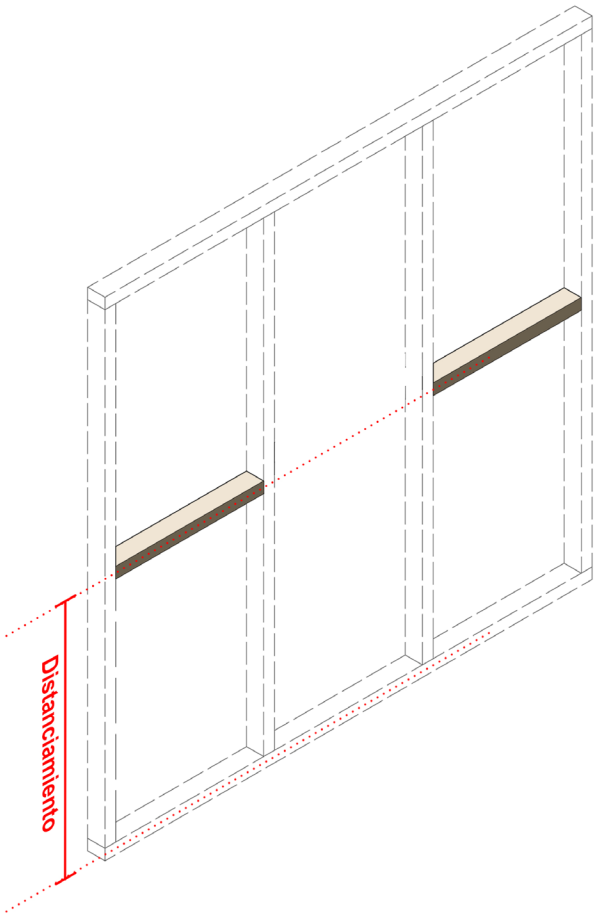


Figura 22. Altura de una cadeneta en un elemento constructivo vertical.

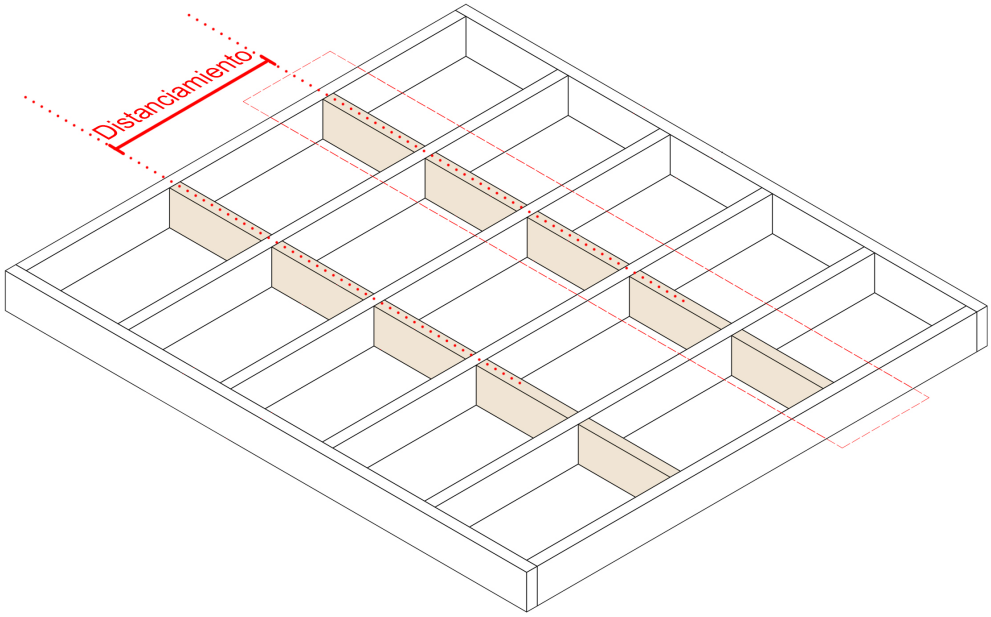


Figura 23. Distanciamiento de una cadeneta en un elemento constructivo horizontal

Especificación y fijación de la madera del núcleo

Las piezas de madera generalmente se fijan entre ellas mediante clavos. Para saber qué tipo de clavo es necesario usar, se deberá buscar información en el informe de resistencia al fuego de la solución, o en caso de que no exista, se deberá averiguar con el proveedor de madera o de clavos.

Finalmente, será deber del calculista especificar los medios de fijación, cumpliendo con lo

ESPECIFICIDADES DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

ESPECIFICIDADES DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS



USO (TIPOLOGÍAS)

Determinación de las tipologías de viviendas (según OGUC) en las cuales puede ser usada la solución constructiva.

CONFIGURACIÓN

Descripción de la configuración de la solución dentro de una vivienda, indicando los espacios exteriores y/o interiores colindantes a la solución y la(s) cara(s) expuesta(s) al fuego.

RECINTO

Definición del tipo de recinto interior en el cual se puede usar la solución. El recinto puede ser seco y/o húmedo.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

Especificación de los tipos de requerimiento normativo aplicados a la solución según las exigencias de la OGUC. Los requerimientos normativos posibles son Fuego, Térmico y Acústico (Aéreo e Impacto).

Conceptos específicos abordados (Ficha Referencial)

MPI

MURO PERIMETRAL

La solución constructiva de Muro Perimetral [Figura 2] forma parte de los elementos constructivos verticales de una vivienda, y tiene como función limitar verticalmente los espacios interiores de una unidad de vivienda (ya sea con el espacio exterior o con uno o más locales abiertos). Dicha solución también limita exteriormente una vivienda, y constituye la llamada envolvente.

Algunas soluciones de Muros Perimetrales en "**Diseña Madera**" no cuentan con terminación exterior propiamente tal, lo que permite tener una mayor flexibilidad al momento de agregar la terminación deseada. Además, en aspectos normativos de fuego no existe prohibición para agregar más capas en la cara ubicada hacia el exterior de la vivienda (o cara no expuesta al fuego).

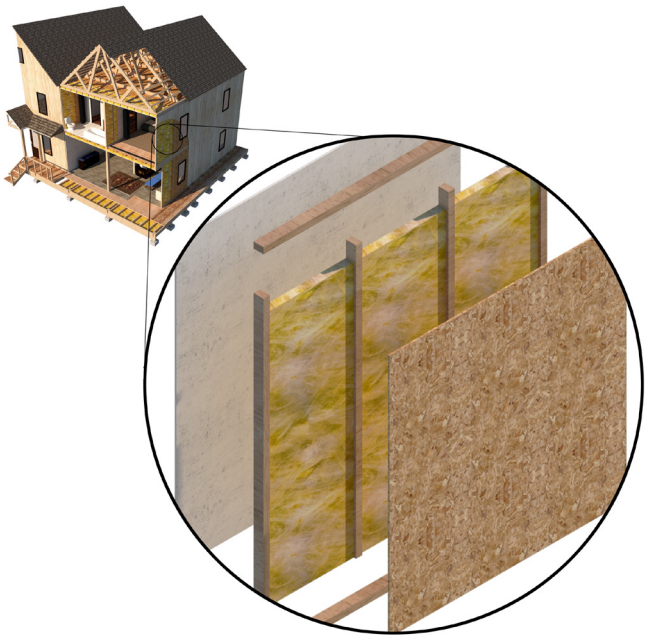


Figura 2. Solución Constructiva de Muro Perimetral.

Se recomienda incorporar una barrera de vapor en las capas de la solución ubicadas hacia el interior de la vivienda, según requerimientos del proyecto y según la NCh 1973, para impedir el paso del vapor de agua del interior al exterior, y así eliminar el riesgo de condensación superficial e intersticial. Además, cabe destacar que las capas de la solución ubicadas hacia el exterior de la vivienda deben por un lado impedir el traspaso del agua y aire al interior de la solución y así evitar los posibles deterioros de la vivienda. Y por otro lado deben ser permeables al vapor de agua que se pudiera generar dentro de la solución, para así poder evacuarlo. Para ello, se sugiere incluir en dichas capas una barrera de humedad y de aire.

TIPOLOGÍA: USO DE LA SOLUCIÓN

La solución constructiva de Muro Perimetral se considera en todas las tipologías de viviendas basadas en la OGUC. [Figura 3]

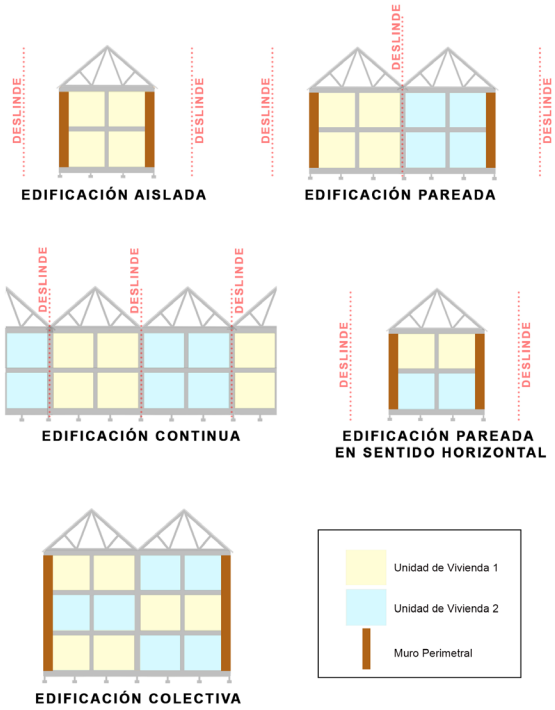


Figura 3. Uso de la solución de Muro Perimetral en las tipologías de viviendas de la OGUC.

CONFIGURACIÓN

La solución de Muro Perimetral limita verticalmente los espacios interiores de una unidad de vivienda con el espacio exterior, ya que constituye la envolvente. Las capas que conforman la solución son denominadas laterales exteriores y laterales interiores siendo el núcleo el elemento central de separación.

El escenario de incendio que se aplica a la solución corresponde a un incendio por el lado interior de la solución, como lo muestra la siguiente gráfica. En este caso, la solución constituye un elemento de separación perimetral vertical que no compromete cargas combustibles por el lado exterior (según la NCh 935/1), pero sí por el lado interior. Por lo tanto, la solución debe resistir al fuego en una sola dirección y su cara expuesta al fuego se encuentra ubicada en el lado interior de la solución. [Figura 4]

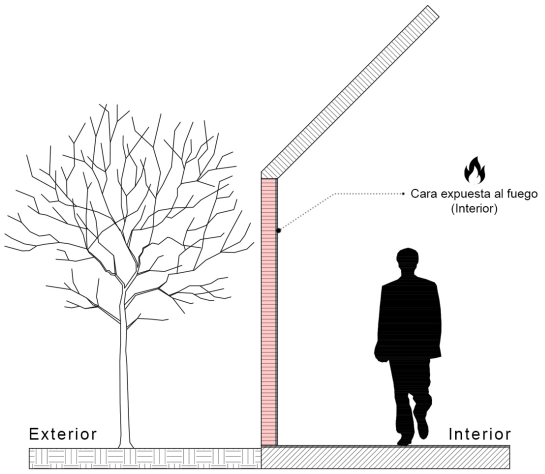


Figura 4. Configuración de una solución de Muro Perimetral.

RECINTO

Se entiende como “recinto” el espacio habitable interior que colindará con la solución.

Para llevar a cabo una solución constructiva de Muro Perimetral, se debe considerar aquel recinto (B) que colinde con el lado interior de la solución, ya que dicho lado puede estar expuesto a condiciones ambientales interiores de humedad.

Es importante aclarar que existen dos tipos de recintos: el recinto húmedo y el recinto seco.

Un recinto húmedo es aquel espacio que estará expuesto de manera directa a la humedad (baños, cocinas, etc.), y por el contrario, un recinto seco, es aquel espacio que no estará expuesto a la humedad (sala de estar, dormitorios, etc.). [Figura 5]

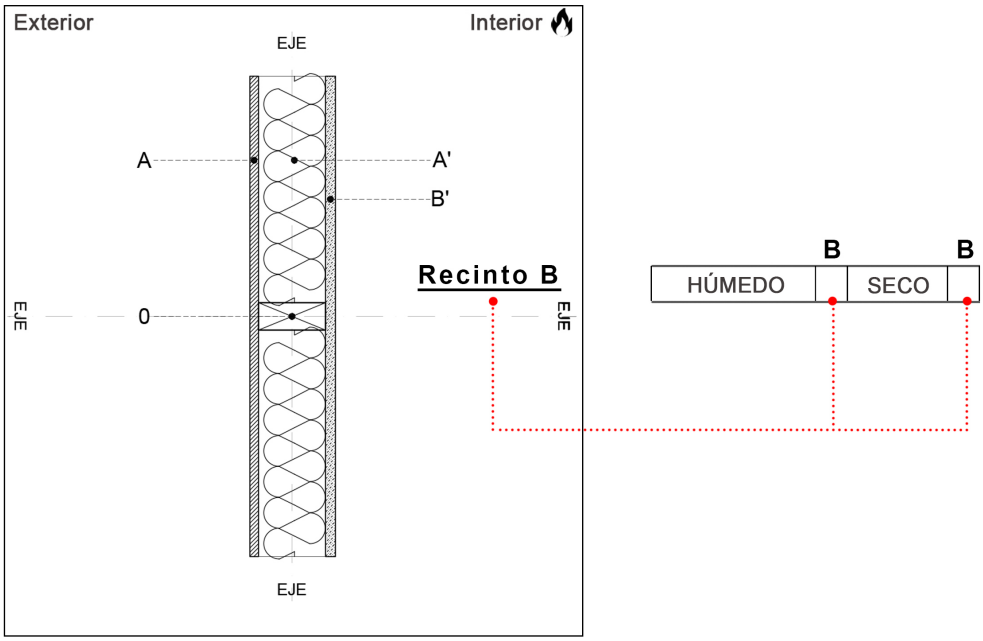
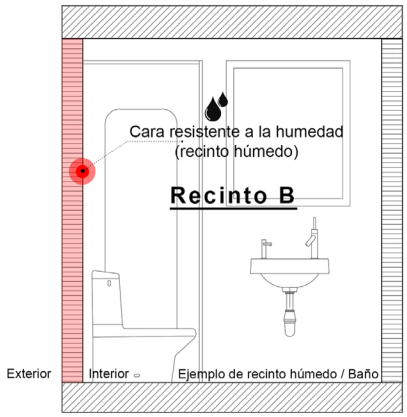


Figura 5. Concepto Recinto para una solución de Muro Perimetral.

EJEMPLOS DE CASOS

- **Recinto Húmedo:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando aparece marcado el cuadro **HÚMEDO** del recinto interior (B) de una solución de Muro Perimetral, según muestra [Figura 6], significa que la solución **PUEDE** colindar con un recinto húmedo en su lado interior, y por tanto, debe contener en su revestimiento interior un material resistente a la humedad. Cabe señalar que, en este caso, nada impide que la solución sea usada también en recintos secos.



Recinto **Húmedo**

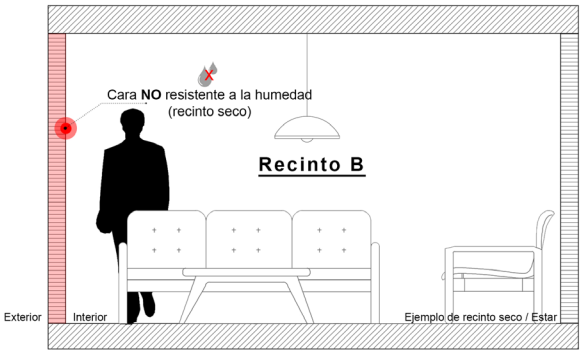
Solución Constructiva que puede colindar con 1 recinto "Húmedo"

	B	B
HÚMEDO	X	
SECO		X

Figura 6. Uso de la solución de Muro Perimetral en recinto húmedo.

- **Recinto Seco:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando está marcado el cuadro **SECO** del recinto interior (B) de una solución de Muro Perimetral, según muestra [Figura 7], significa que la solución **DEBE** colindar con un recinto seco en su lado interior, y, por tanto, debe contener en su revestimiento interior un material no necesariamente resistente a la humedad.



Recinto **Seco**

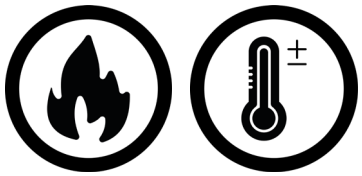
Solución Constructiva que colinda con 1 recinto "Seco"

	B	B
HÚMEDO		
SECO		X

Figura 7. Uso de la solución de Muro Perimetral en recinto seco.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

Para poder construir en Chile, la solución constructiva de Muro Perimetral debe cumplir con dos requerimientos normativos: requerimiento Fuego (Artículo 4.3.1. - Artículo 4.3.5 de la OGUC) y requerimiento Térmico (Artículo 4.1.10./ Artículo 4.1.10 Bis de la OGUC y Decretos PDA/ Estándares Construcción Sustentable (MINVU)).



MD

MURO DIVISORIO (ENTRE UNIDADES)

La solución constructiva de Muro Divisorio (Entre Unidades) [Figura 8] forma parte de los elementos constructivos verticales de una vivienda, y tiene como función separar verticalmente dos unidades independientes de viviendas o dos propiedades distintas (según OGUC). El Muro Divisorio separa los interiores de dos viviendas colindantes que tienen un deslinde en común, esto quiere decir que las viviendas comparten la misma estructura de muro divisorio.

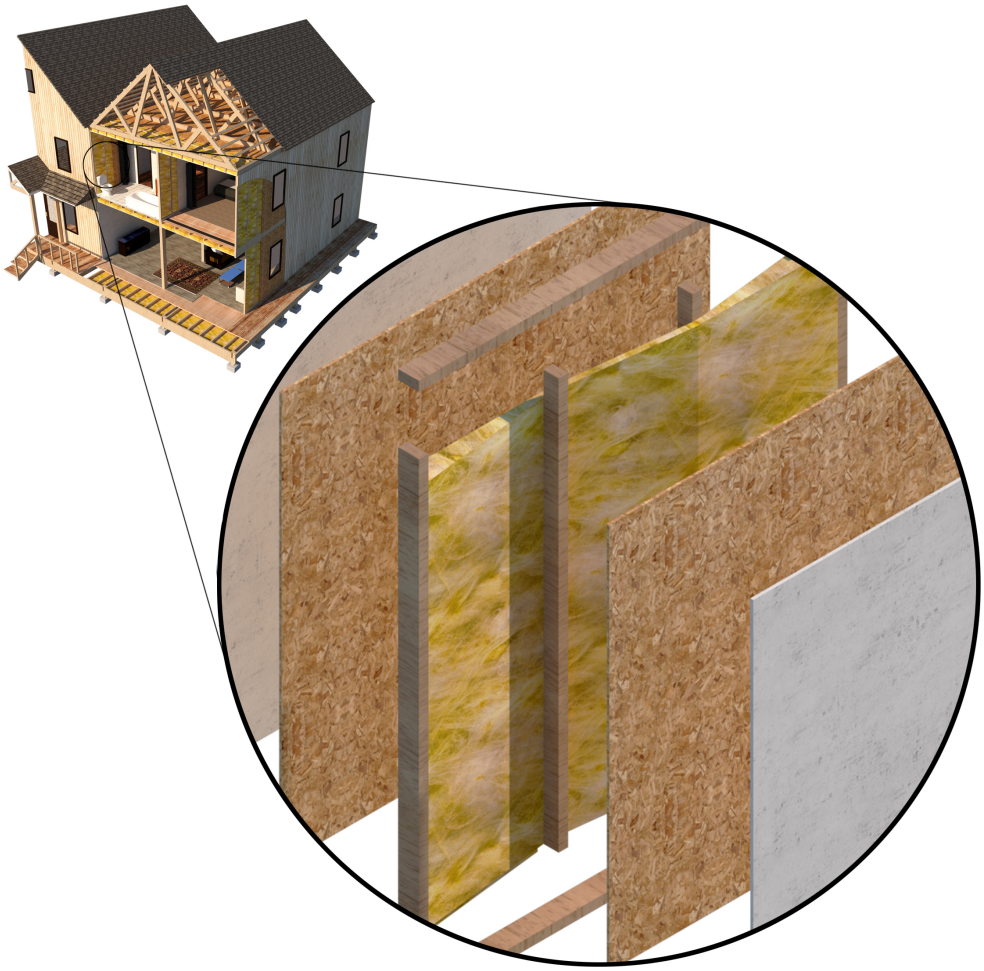


Figura 8. Solución Constructiva de Muro Divisorio.

TIPOLOGÍA: USO DE LA SOLUCIÓN

La solución constructiva de Muro Divisorio, dentro de las tipologías de viviendas basadas en la OGUC, se considera en las tipologías de edificación colectiva, edificación pareada y edificación continua, debido a que dichas tipologías requieren desempeño acústico. [Figura 9]

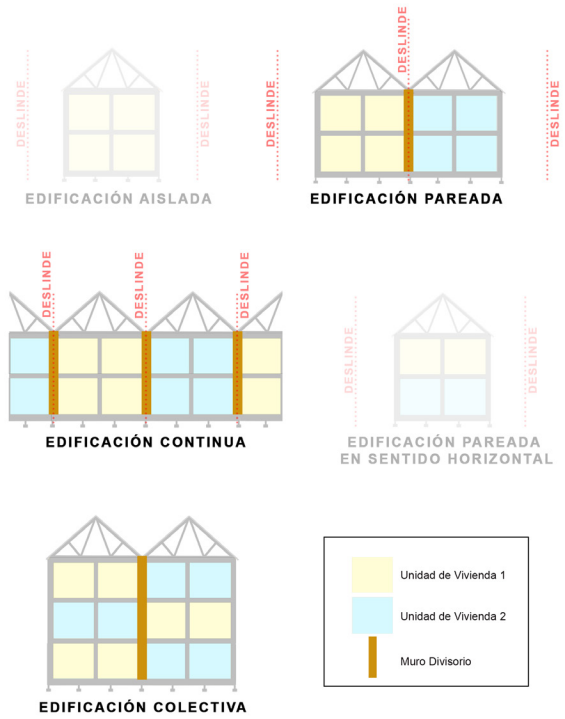


Figura 9. Uso de la solución de Muro Divisorio en las tipologías de viviendas de la OGUC.

CONFIGURACIÓN

La solución de Muro Divisorio separa verticalmente dos unidades independientes de viviendas o dos propiedades distintas. Las capas que constituyen la solución son denominadas laterales (interior) siendo el núcleo el elemento central de separación.

En el caso de un Muro Divisorio [Figura 10], en un escenario de incendio la solución debe resistir al fuego en cualquier dirección y su cara expuesta se debe ubicar en ambos lados interiores (según la NCh 935/1). Dado que al ser un elemento de separación interior vertical compromete cargas combustibles por ambos lados.

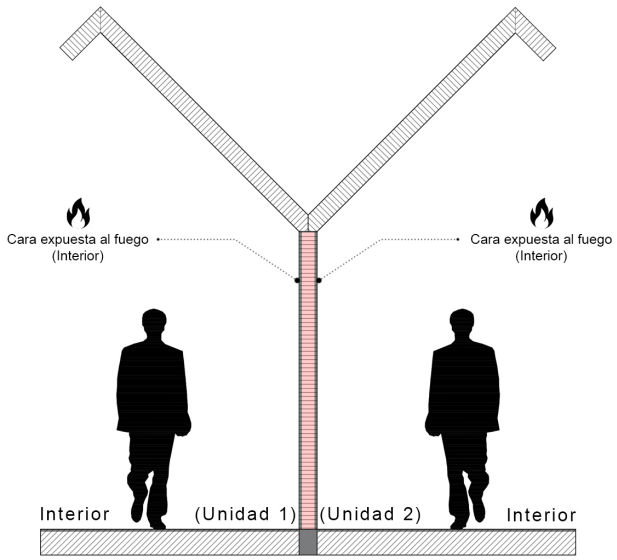


Figura 10. Configuración de una solución de Muro Divisorio.

RECINTO

Se entiende como “recinto” el espacio habitable interior que colindará con la solución.

Para llevar a cabo una solución constructiva de Muro Divisorio, se deben considerar aquellos recintos (A) y (B) que colinden con ambos lados interiores de la solución, ya que dichos lados pueden estar expuestos de la misma manera a condiciones ambientales interiores de humedad.

Es preciso recordar que existen dos tipos de recintos: el recinto húmedo y el recinto seco.

Un recinto húmedo es aquel espacio que estará expuesto de manera directa a la humedad (baños, cocinas, etc.), y por el contrario, un recinto seco, es aquel espacio que no estará expuesto a la humedad (sala de estar, dormitorios, etc.). [Figura 11]

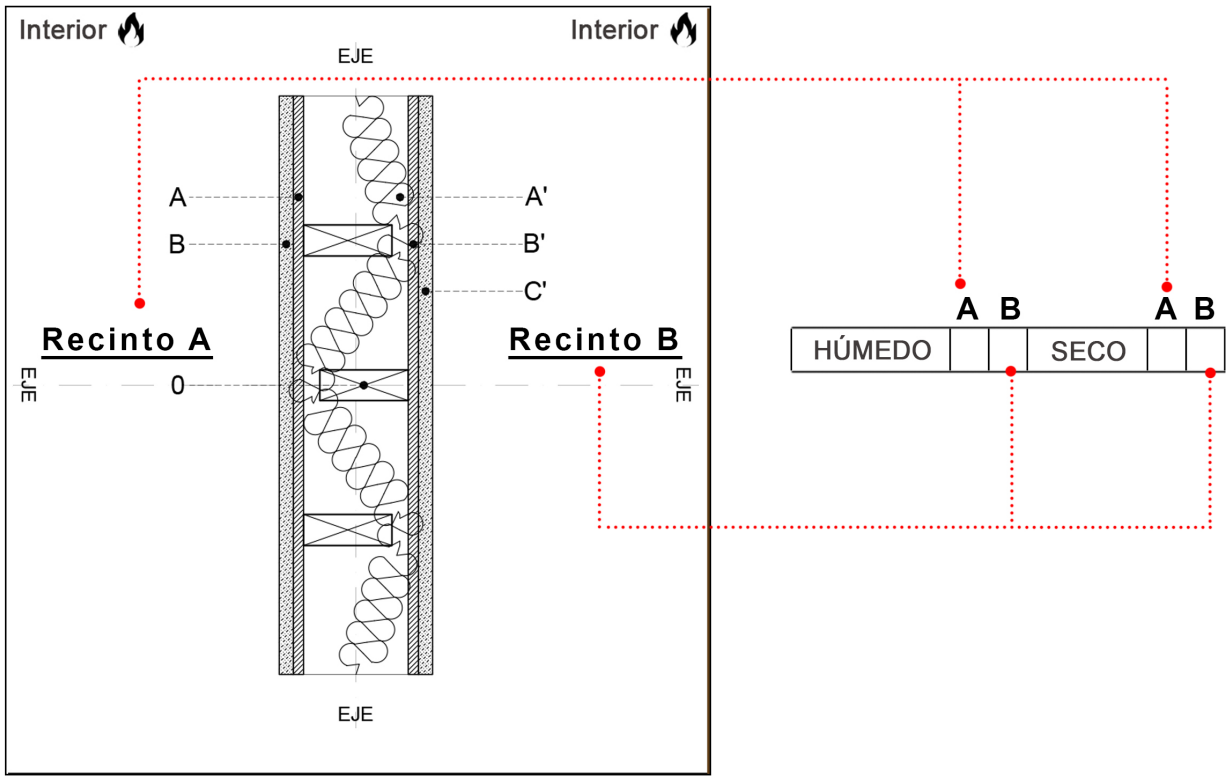
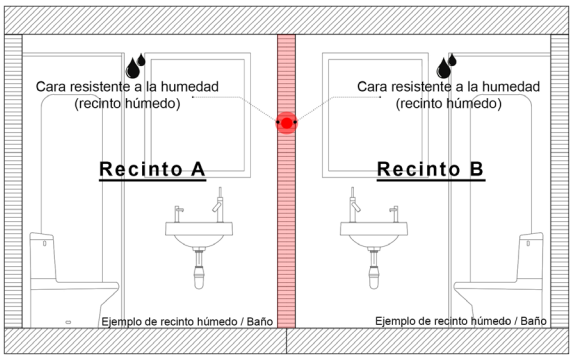


Figura 11. Concepto Recinto para una solución de Muro Divisorio.

EJEMPLOS DE CASOS

- **Recintos Húmedos:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando aparece marcado el cuadro **HÚMEDO** de ambos recintos (A y B) de una solución de Muro Divisorio, según muestra [Figura 12], significa que la solución **PUEDE** colindar con un recinto húmedo en ambos lados interiores, y por tanto debe contener en ambos revestimientos un material con la cualidad de ser resistente a la humedad. Cabe señalar que, en este caso, nada impide que la solución sea usada también en recintos secos.



Recintos **Húmedos**

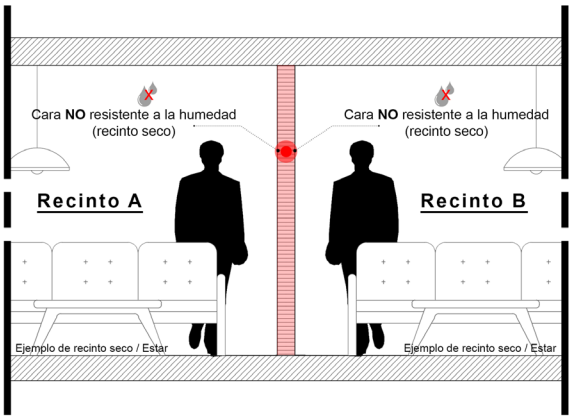
Solución Constructiva que puede colindar
con 2 recintos "Húmedos"

	AB	AB
HÚMEDO	X X	
SECO		X X

Figura 12. Uso de la solución de Muro Divisorio en recintos húmedos.

- **Recintos Secos:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando solamente está marcado el cuadro **SECO** de ambos recintos (A y B) de una solución de Muro Divisorio, según muestra [Figura 13], significa que la solución **DEBE** colindar con un recinto seco en ambos lados interiores, y por tanto, debe contener en ambos revestimientos un material sin la cualidad de ser resistente a la humedad.



Recintos **Secos**

Solución Constructiva que colinda
con 2 recintos "Secos"

	AB	AB
HÚMEDO		
SECO	X X	X X

Figura 13. Uso de la solución de Muro Divisorio en recintos secos.

- **Recintos Mixtos:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando aparece marcado el cuadro **HÚMEDO** de uno de los dos recintos (A o B) de una solución de Muro Divisorio, y el otro recinto marca solamente **SECO**, según muestra [Figura 14], significa que la solución **PUEDE** limitar por un lado con un recinto húmedo. Esto quiere decir que debe contener en su revestimiento un material con la cualidad de ser resistente a la humedad interior. Mientras que por el otro lado, **DEBE** colindar con un recinto seco ya que puede contener un revestimiento sin la cualidad de ser resistente a la humedad. En este caso, la solución se considera como una solución de recinto mixto.

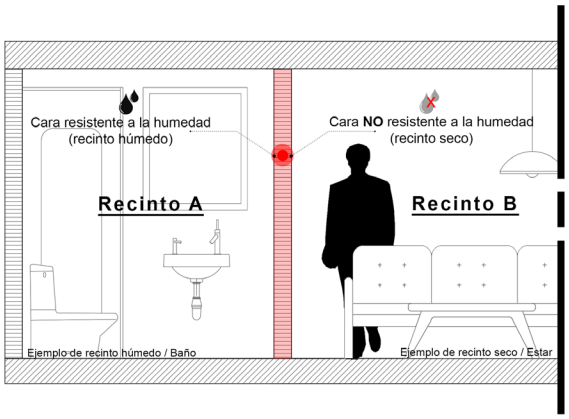
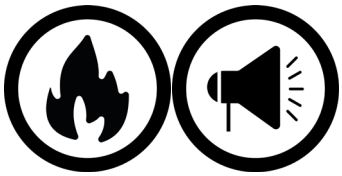


Figura 14. Uso de la solución de Muro Divisorio en recintos mixtos.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

Para poder construir en Chile, la solución constructiva de Muro Divisorio debe cumplir con dos requerimientos normativos: requerimiento Fuego (Artículo 4.3.1. - Artículo 4.3.5 de la OGUC) y requerimiento Acústico (Aéreo) (Artículo 4.1.6. de la OGUC).



MI

MURO INTERIOR

La solución constructiva de Muro Interior [Figura 15] (o “Muro de Separación” en la OGUC), forma parte de los elementos constructivos verticales de una vivienda, y su función es dividir un predio o un edificio de un mismo dueño (según OGUC). Dicha solución separa verticalmente los espacios o recintos interiores de una misma unidad de vivienda.

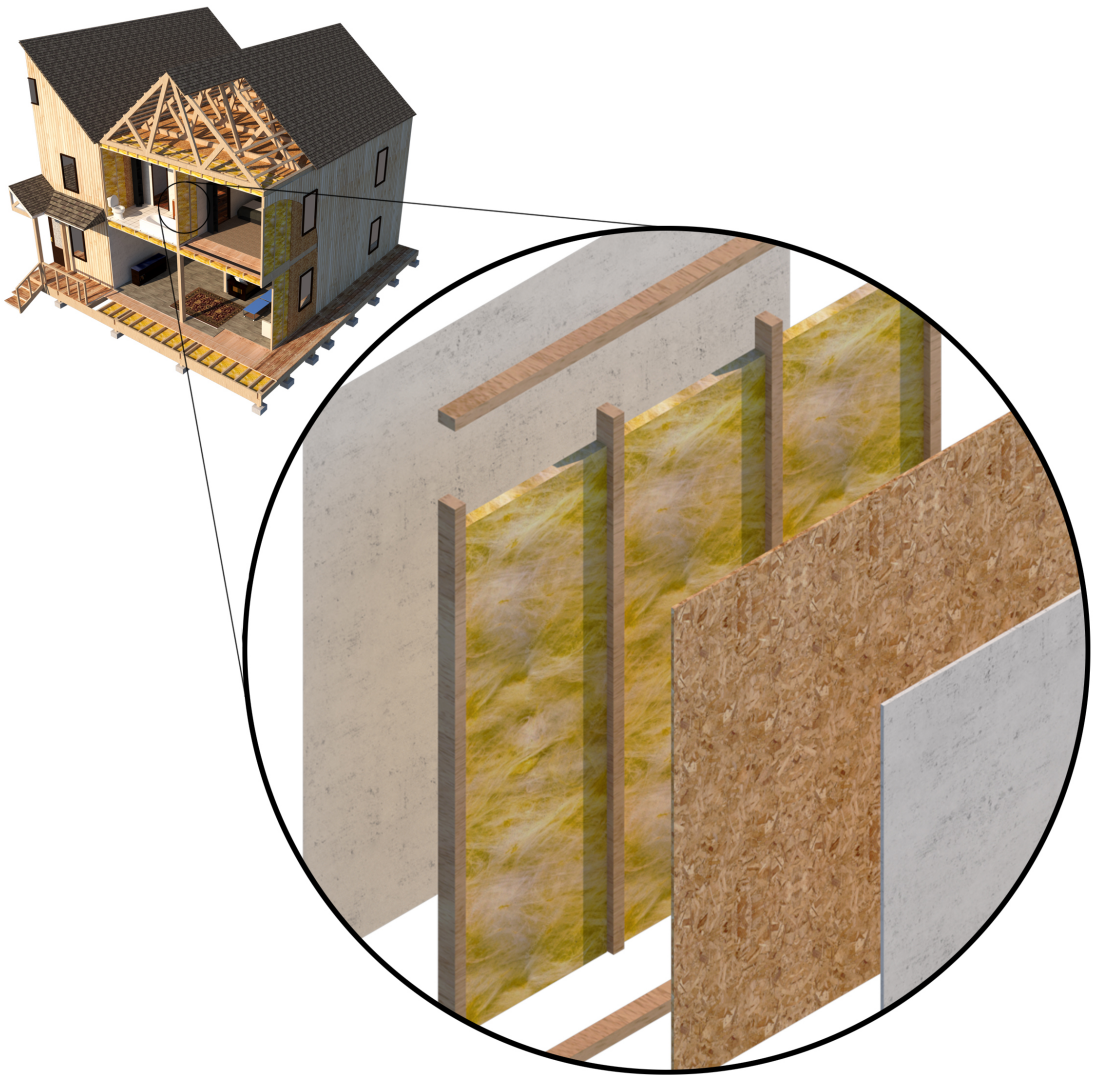


Figura 15. Solución Constructiva de Muro Interior.

TIPOLOGÍA: USO DE LA SOLUCIÓN

La solución constructiva de Muro Interior se considera en todas las tipologías de viviendas basadas en la OGUC, siempre y cuando estén empleadas dentro de una misma unidad de vivienda. [Figura 16]

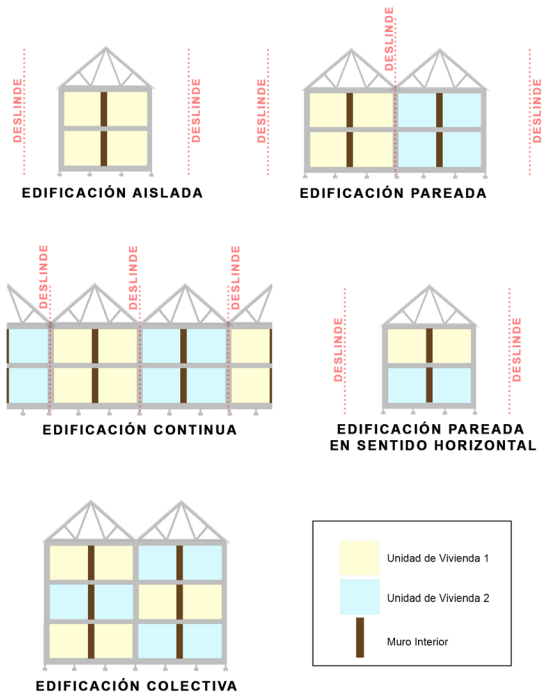


Figura 16. Uso de la solución de Muro Interior en las tipologías de viviendas de la OGUC.

CONFIGURACIÓN

La solución de Muro Interior separa verticalmente los espacios o recintos interiores de una misma unidad de vivienda. Las capas que constituyen la solución son denominadas capas laterales (interior), siendo el núcleo el elemento central de separación.

En el caso de un Muro Interior [Figura 17], en un escenario de incendio la solución debe resistir al fuego en cualquier dirección y su cara expuesta se debe ubicar en ambos lados interiores (Según la NCh 935/1). Dado que al ser un elemento de separación interior vertical compromete cargas combustibles por ambos lados.

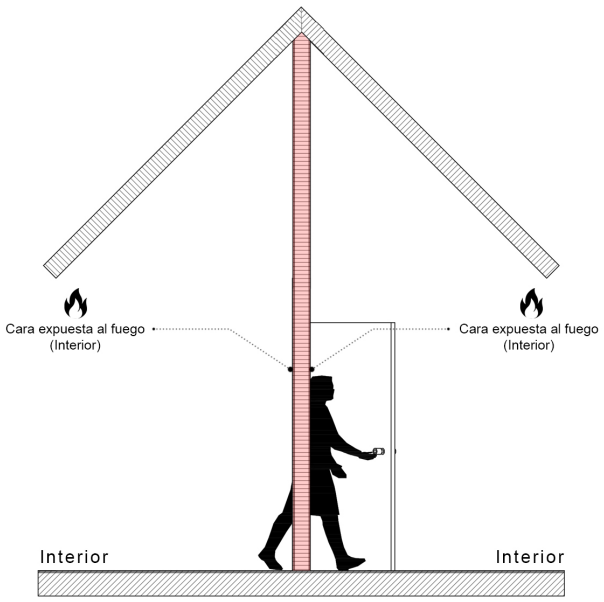


Figura 17. Configuración de una solución de Muro Interior.

RECINTO

Se entiende como “recinto” el espacio habitable interior que colindará con la solución.

Para una solución constructiva de Muro Interior, se consideran aquellos recintos (A) y (B) colindando con ambos lados interiores de la solución, ya que dichos lados pueden estar expuestos de la misma manera a condiciones ambientales interiores de humedad.

Cabe recordar que existen dos tipos de recintos: el recinto húmedo y el recinto seco.

Un recinto húmedo es aquel espacio que estará expuesto de manera directa a la humedad (baños, cocinas, etc.), por el contrario, un recinto seco es aquel espacio que no estará expuesto a la humedad (sala de estar, dormitorios, etc.). [Figura 18]

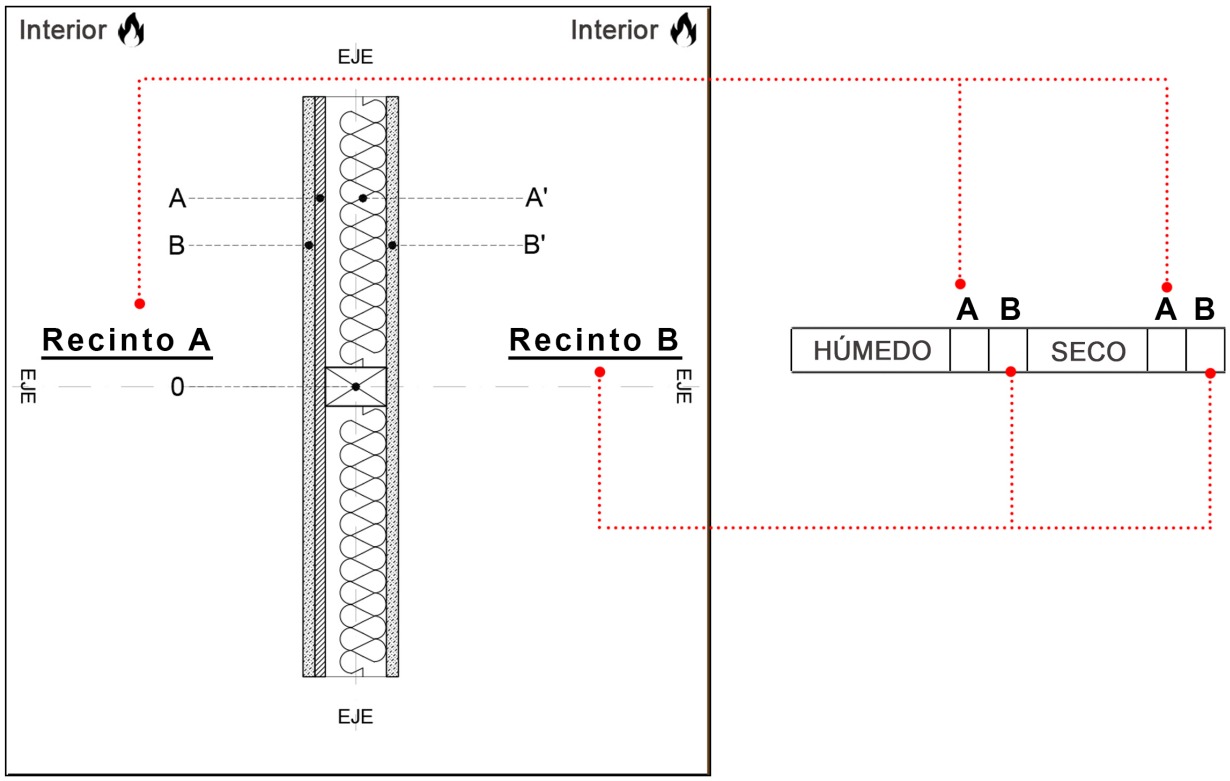
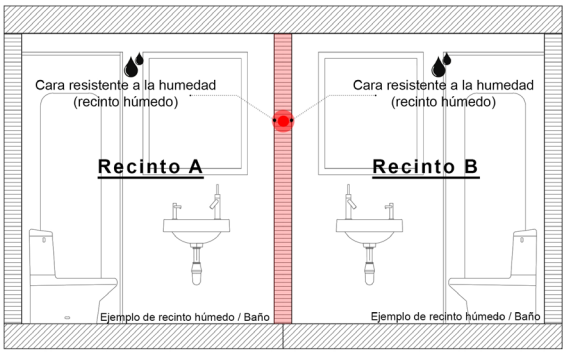


Figura 18. Concepto Recinto para una solución de Muro Interior.

EJEMPLOS DE CASOS

- **Recintos Húmedos:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando el cuadro **HÚMEDO** de ambos recintos (A y B) de una solución de Muro Interior está marcado, según muestra [Figura 19], significa que la solución **PUEDE** colindar con un recinto húmedo en ambos lados interiores, esto quiere decir que debe contener en ambos revestimientos un material resistente a la humedad. Cabe señalar que, en este caso, nada impide que la solución sea usada también en recintos secos.



Recintos **Húmedos**

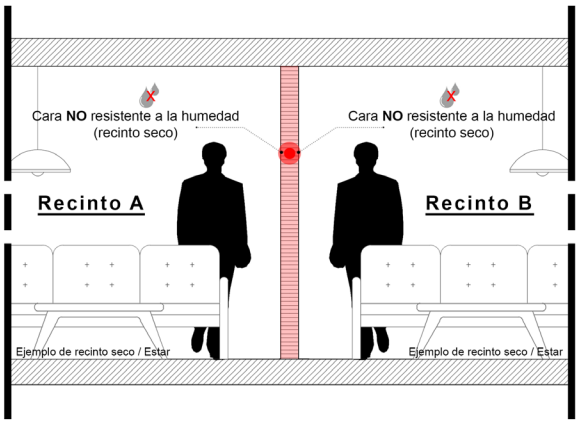
Solución Constructiva que puede colindar con 2 recintos "Húmedos"

	A	B		A	B
HÚMEDO	X	X	SECO	X	X

Figura 19. Uso de la solución de Muro Interior en recintos húmedos.

- **Recintos Secos:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando solamente está marcado el cuadro **SECO** de ambos recintos (A y B) de una solución de Muro Interior, según muestra la [figura 20], significa que la solución **DEBE** colindar con un recinto seco en ambos lados interiores. Por consiguiente, debe contener en ambos revestimientos un material sin la cualidad de ser resistente a la humedad.



Recintos **Secos**

Solución Constructiva que colinda con 2 recintos "Secos"

	A	B		A	B
HÚMEDO			SECO	X	X

Figura 20. Uso de la solución de Muro Interior en recintos secos.

- **Recintos Mixtos:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando aparece marcado el cuadro **HÚMEDO** de uno de los dos recintos (A o B) de una solución de Muro Interior, y el otro recinto marca solamente **SECO**, según muestra la [Figura 21], significa que la solución **PUEDE** colindar por un lado con un recinto húmedo, ya que debe contener en su revestimiento un material resistente a la humedad interior. Y también, por el otro lado, **DEBE** colindar con un recinto seco ya que debe contener en su revestimiento un material sin la cualidad de ser resistente a la humedad. En este caso, la solución se considera como una solución de recinto mixto.

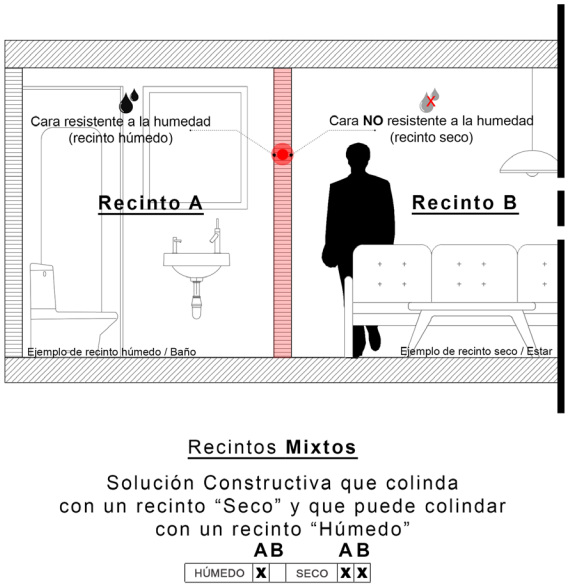


Figura 21. Uso de la solución de Muro Interior en recintos mixtos.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

Para poder construir en Chile, la solución constructiva de Muro Interior debe cumplir con un requerimiento normativo: requerimiento Fuego (Artículo 4.3.1. - Artículo 4.3.5 de la OGUC).



EP

ENTREPISO (ACÚSTICO Y NO ACÚSTICO)

La solución constructiva de Entrepiso forma parte de los elementos constructivos horizontales de una vivienda, y constituye aquella solución que divide horizontalmente dos espacios interiores en una vivienda. Cuando el Entrepiso separa interiores de dos unidades de viviendas independientes, tiene que cumplir con requerimientos acústicos. En estos casos, se denomina: Entrepiso (Acústico). De lo contrario, se considera como Entrepiso (No Acústico). [Figura 22]

Algunas soluciones de Entrepisos en "**Diseña Madera**" no cuentan con terminación superior propiamente tal, esto entrega una mayor flexibilidad al momento de agregar una terminación deseada, ya que en aspectos normativos de fuego, no existe prohibición para agregar más capas en la cara superior de la solución (o cara no expuesta al fuego).

En ciertas soluciones y condiciones del proyecto (zonas húmedas), se recomienda incorporar una barrera impermeabilizante en las capas superiores con el fin de evitar la propagación de agua hacia la estructura. Esto último, en el caso que no esté presente en su configuración.

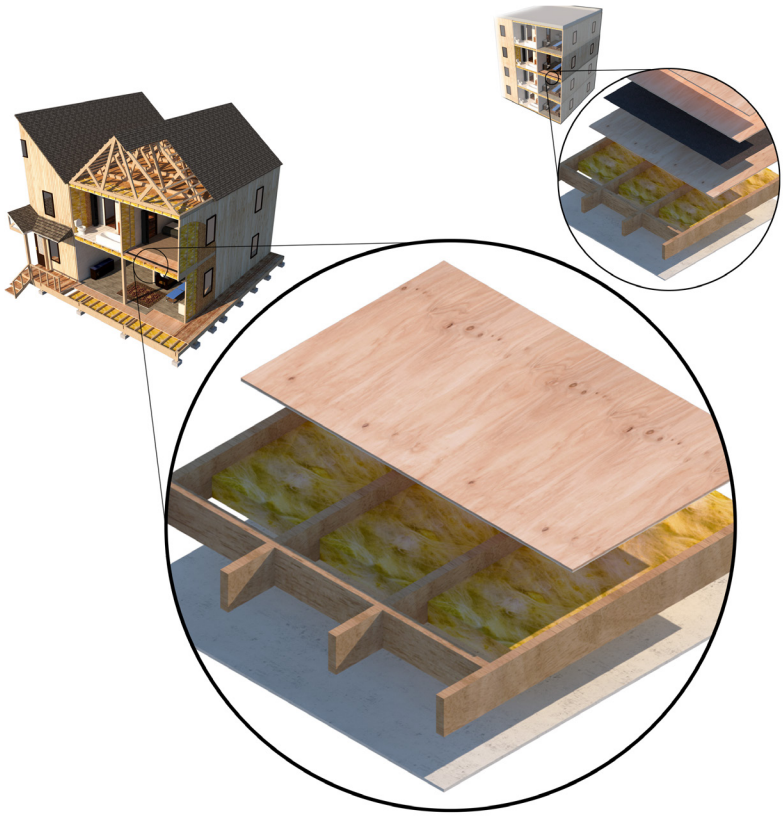


Figura 22. Soluciones Constructivas de Entrepiso (No Acústico) y Entrepiso (Acústico) (en imagen de menor tamaño).

TIPOLOGÍA: USO DE LA SOLUCIÓN

La solución constructiva de Entrepiso (No Acústico), dentro de las tipologías de viviendas basadas en la OGUC, puede ser empleada solamente dentro de una misma unidad de vivienda, ya que no requiere normativamente su desempeño acústico. [Figura 23]

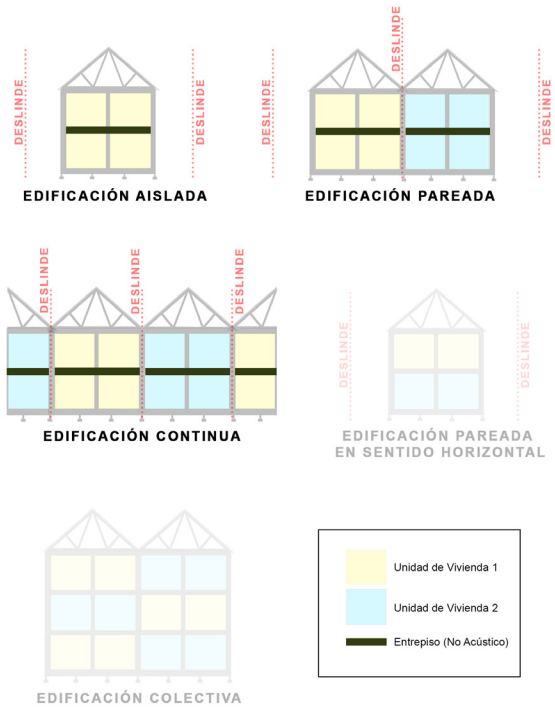


Figura 23. Uso de la solución de Entrepiso (No Acústico) en las tipologías de viviendas de la OGUC.

La solución constructiva de Entrepiso (Acústico) puede ser empleada en todas las tipologías, sin embargo, tendrá un uso óptimo en las tipologías donde se juntan verticalmente unidades de viviendas. Es decir, en las tipologías de edificación colectiva y edificación pareada (sentido horizontal), puesto que en dichas tipologías se requiere el desempeño acústico. [Figura 24]

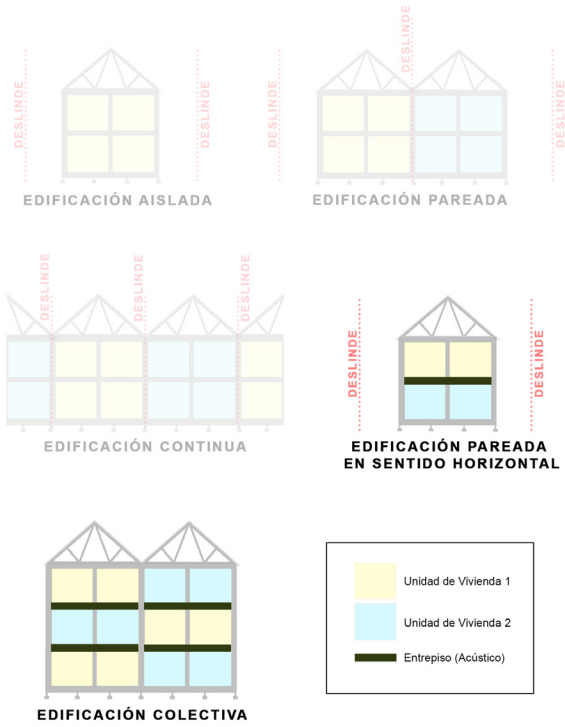


Figura 24. Uso de la solución de Entrepiso (Acústico) en las tipologías de la OGUC.

CONFIGURACIÓN

La solución de Entrepiso divide horizontalmente dos espacios interiores en una vivienda. Las capas que constituyen la solución son denominadas superiores (interior) e inferiores (interior), siendo el núcleo el elemento central de separación.

El escenario de incendio que se aplica a la solución debe ser de un incendio por el interior y por el lado inferior de la solución. Efectivamente, al ser ubicada en el interior de la vivienda, la solución estará expuesta a eventuales cargas combustibles (según la NCh 935/1). Sin embargo, la solución debe resistir al fuego en una sola dirección ya que constituye un elemento de separación horizontal.

Por consiguiente, en caso de incendio, la llama se dirigirá hacia arriba, siendo formada por gases producto de la combustión que al calentarse se expanden y suben. Por lo tanto, la cara expuesta al fuego de la solución se encuentra ubicada en su lado inferior. [Figura 25]

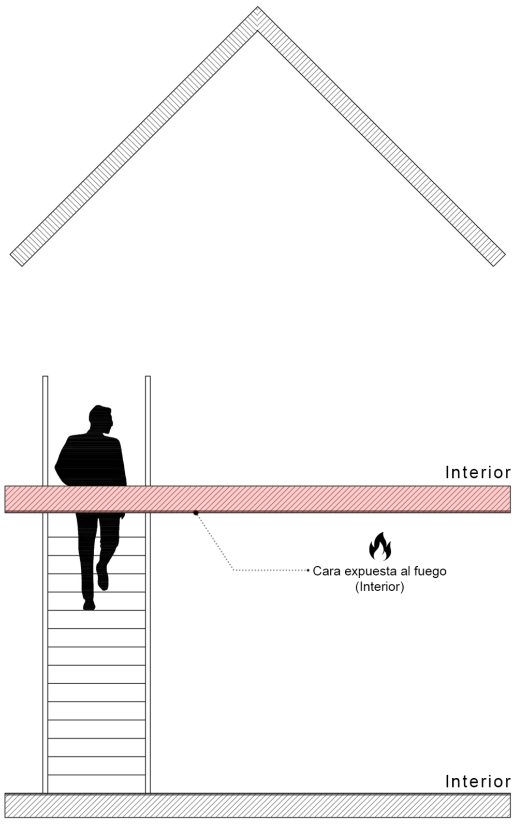


Figura 25. Configuración de una solución de Entrepiso (Acústico y No Acústico).

RECINTO

Se entiende como “recinto” el espacio habitable interior que colindará con la solución.

Para una solución constructiva de Entrepiso, se consideran aquellos recintos (A) y (B) colindando con ambos lados interiores de la solución, esto porque dichos lados pueden estar expuestos de la misma manera a condiciones de humedad.

Existen dos tipos de recintos, el recinto húmedo y el recinto seco.

Un recinto húmedo es aquel espacio que estará expuesto de manera directa a la humedad (baños, cocinas, etc.), y un recinto seco, por el contrario, es aquel espacio que no estará expuesto a la humedad (sala de estar, dormitorios, etc.). [Figura 26]

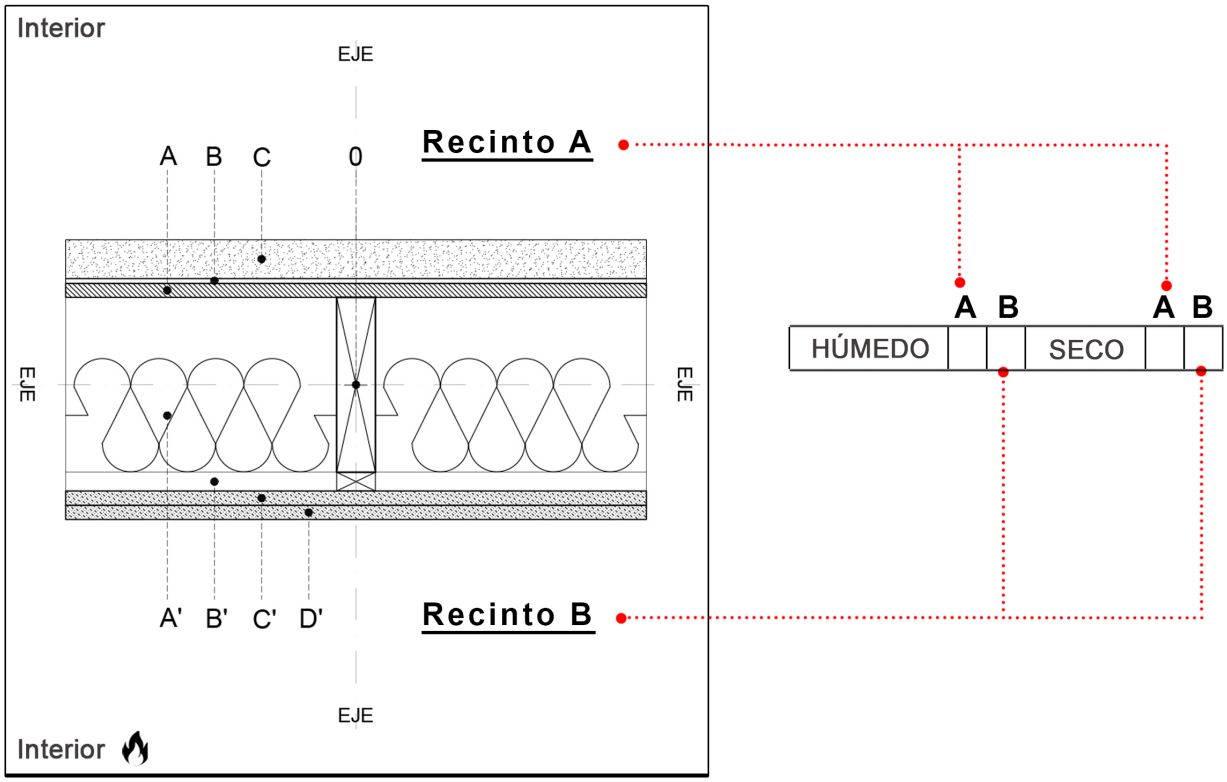


Figura 26. Concepto Recinto para una solución de Entrepiso.

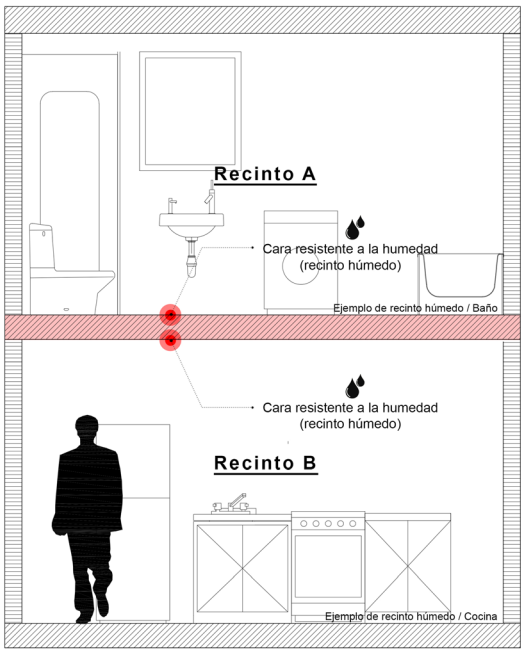
EJEMPLOS DE CASOS

- **Recintos Húmedos:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando el cuadro **HÚMEDO** de ambos recintos (A y B) de una solución de Entrepiso está marcado, según muestra [Figura 27], significa que la solución **PUEDE** colindar con un recinto húmedo en ambos lados interiores, y por lo mismo, debe contener en ambos revestimientos un material resistente a la humedad. Cabe señalar que, en este caso, nada impide que la solución sea usada también en recintos secos.

- **Recintos Secos:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando solamente está marcado el cuadro **SECO** de ambos recintos (A y B) de una solución de Entrepiso, según muestra [Figura 28], significa que la solución **DEBE** colindar con un recinto seco en ambos lados interiores. Esto quiere decir que debe contener en ambos revestimientos un material sin la cualidad de ser resistente a la humedad.

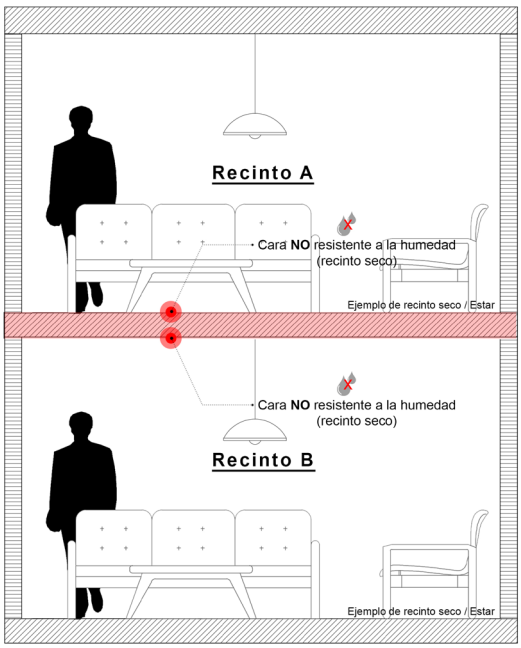


Recintos **Húmedos**

Solución Constructiva que puede colindar con 2 recintos "Húmedos"

	A	B		A	B
HÚMEDO	X	X	SECO	X	X

Figura 27. Uso de la solución de Entrepiso en recintos húmedos.



Recintos **Secos**

Solución Constructiva que colinda con 2 recintos "Secos"

	A	B		A	B
HÚMEDO			SECO	X	X

Figura 28. Uso de la solución de Entrepiso en recintos secos.

- **Recintos Mixtos:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando está marcado el cuadro **HÚMEDO** de uno de los dos recintos (A o B) de una solución de Entrepiso y el otro recinto marca solamente **SECO**, según muestra [Figura 29], significa que la solución **PUEDE** colindar por un lado con un recinto húmedo, ya que debe contener en su revestimiento un material resistente a la humedad interior. Y también, por el otro lado, **DEBE** colindar con un recinto seco ya que debe contener en su revestimiento un material sin la cualidad de ser resistente a la humedad. En este caso, la solución se considera como una solución de recinto mixto.

  Para una solución de Entrepiso cuyo recinto A es húmedo, se recomienda incorporar una barrera impermeabilizante en las capas superiores con el fin de evitar la propagación de agua hacia la estructura. Esto último en el caso que no esté presente en su configuración.

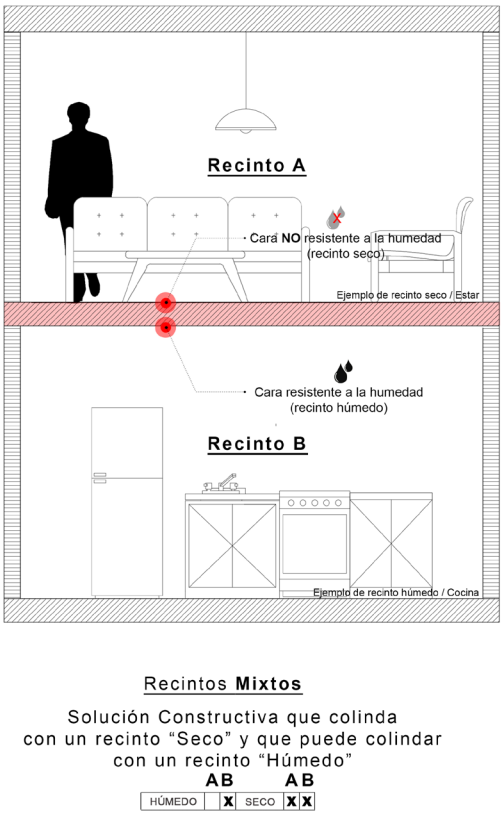


Figura 29. Uso de la solución de Entrepiso en recintos mixtos.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

Para poder construir en Chile, la solución constructiva de Entrepiso (No Acústico) debe cumplir solo con el requerimiento normativo Fuego (Artículo 4.3.1. - Artículo 4.3.5 de la OGUC).



La solución constructiva de Entrepiso (Acústico) debe cumplir con dos requerimientos normativos: requerimiento Fuego (Artículo 4.3.1. - Artículo 4.3.5 de la OGUC) y requerimiento Acústico (Aéreo e Impacto) (Artículo 4.1.6. de la OGUC).



PV

PISO VENTILADO

La solución constructiva de Piso Ventilado [Figura 30] forma parte de los elementos constructivos horizontales de una vivienda, y se entiende como aquella solución que separa horizontalmente el espacio exterior del espacio interior de una unidad de vivienda en su primer piso. Esta solución constituye la envolvente.

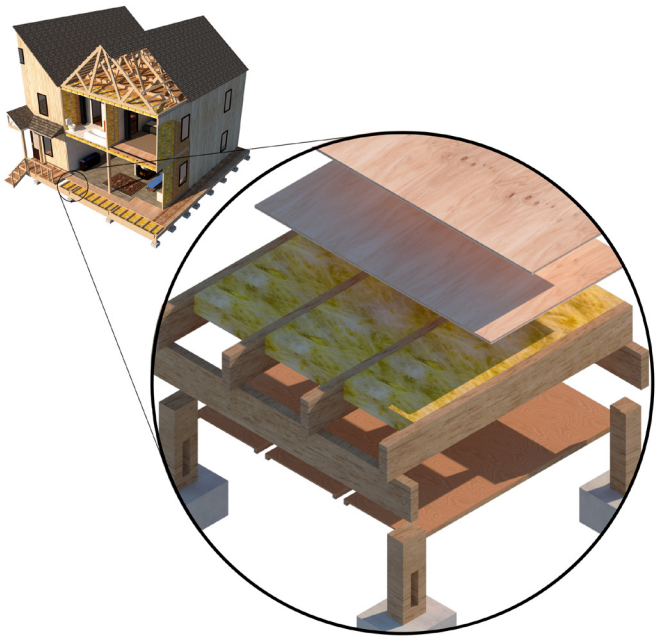


Figura 30. Solución Constructiva de Piso Ventilado.

Se considerará complejo de piso ventilado al conjunto de elementos constructivos que lo conforman que no están en contacto directo con el terreno (según OGUC). Dicha solución está en contacto con un espacio exterior abierto de menor tamaño.

Algunas soluciones de Pisos Ventilados en "**Diseña Madera**" no cuentan con terminación interior superior propiamente tal, de manera que entregan mayor flexibilidad para agregar la terminación deseada ya que, en aspectos normativos de fuego no existe prohibición para agregar más capas en la cara superior de la solución (o cara no expuesta al fuego).

Se recomienda incorporar una barrera de vapor en las capas de la solución ubicadas hacia el interior de la vivienda, según requerimientos del proyecto y según la NCh 1973, para impedir el paso del vapor de agua del interior al exterior y así eliminar el riesgo de condensación superficial e intersticial. Además, cabe destacar que las capas de la solución ubicadas hacia el exterior de la vivienda deben por un lado impedir el traspaso del agua y aire al interior de la solución y así evitar los posibles deterioros de la vivienda. Y por otro lado deben ser permeables al vapor de agua que se pudiera generar dentro de la solución, y así poder evacuarlo. Para ello, se sugiere incluir en dichas capas una barrera de humedad y de aire.

En ciertas soluciones y condiciones del proyecto (zonas húmedas), se recomienda, además de impedir el paso del vapor de agua, incorporar una función impermeabilizante en las capas superiores con el fin de evitar la propagación de agua hacia la estructura, en el caso de que no esté presente en su configuración.

TIPOLOGÍA: USO DE LA SOLUCIÓN

La solución constructiva de Piso Ventilado se considera en todas las tipologías de viviendas basadas en la OGUC. [Figura 31]

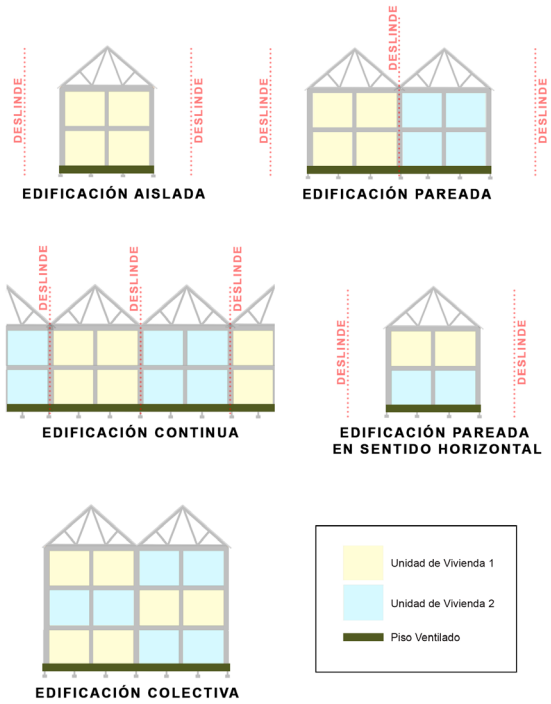


Figura 31. Uso de la solución de Piso Ventilado en las tipologías de viviendas de la OGUC.

CONFIGURACIÓN

La solución de Piso Ventilado separa horizontalmente el espacio exterior del espacio interior de una unidad de vivienda en su primer piso, y constituye la envolvente. Las capas que conforman la solución son denominadas superiores (interior) e inferiores (exterior), siendo el núcleo el elemento central de separación.

La solución de Piso Ventilado es una solución perimetral que según la NCh 935/1 no comprometería cargas combustibles exteriores. Si bien en la norma no se señala de manera explícita cuál sería su cara expuesta al fuego, es posible deducir que al ser un elemento soportante horizontal, como lo indica la OGUC en su Artículo 4.3.3, su forma de ensayar es símil a la del Entrepiso o Techumbre, esto por la condición de soporte y tipo de exposición. Por lo tanto, el escenario de incendio que se aplica a la solución, en este caso excepcional, debiese ser de un incendio por el lado inferior (exterior) de la solución.

La solución debe resistir al fuego en una sola dirección y su cara expuesta al fuego se encuentra ubicada en el lado inferior de la solución. [Figura 32]

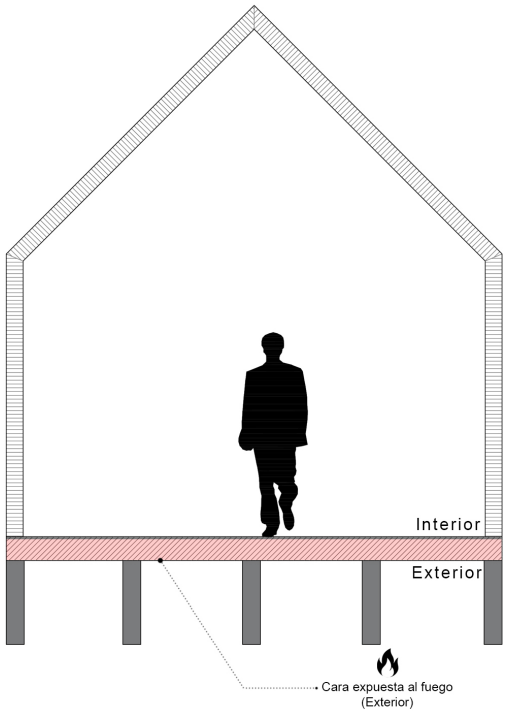


Figura 32. Configuración de una solución de Piso Ventilado.

RECINTO

Se entiende como “recinto” el espacio habitable interior que colindará con la solución.

Para llevar a cabo una solución constructiva de Piso Ventilado, se debe considerar aquel recinto (B) que colinde con el lado superior interior de la solución, ya que dicho lado puede estar expuesto a condiciones ambientales interiores de humedad.

Existen dos tipos de recintos, el recinto húmedo y el recinto seco.

Un recinto húmedo es aquel espacio que estará expuesto de manera directa a la humedad (baños, cocinas, etc.), y por el contrario, un recinto seco es aquel espacio que no estará expuesto a la humedad (sala de estar, dormitorios, etc.). [Figura 33]

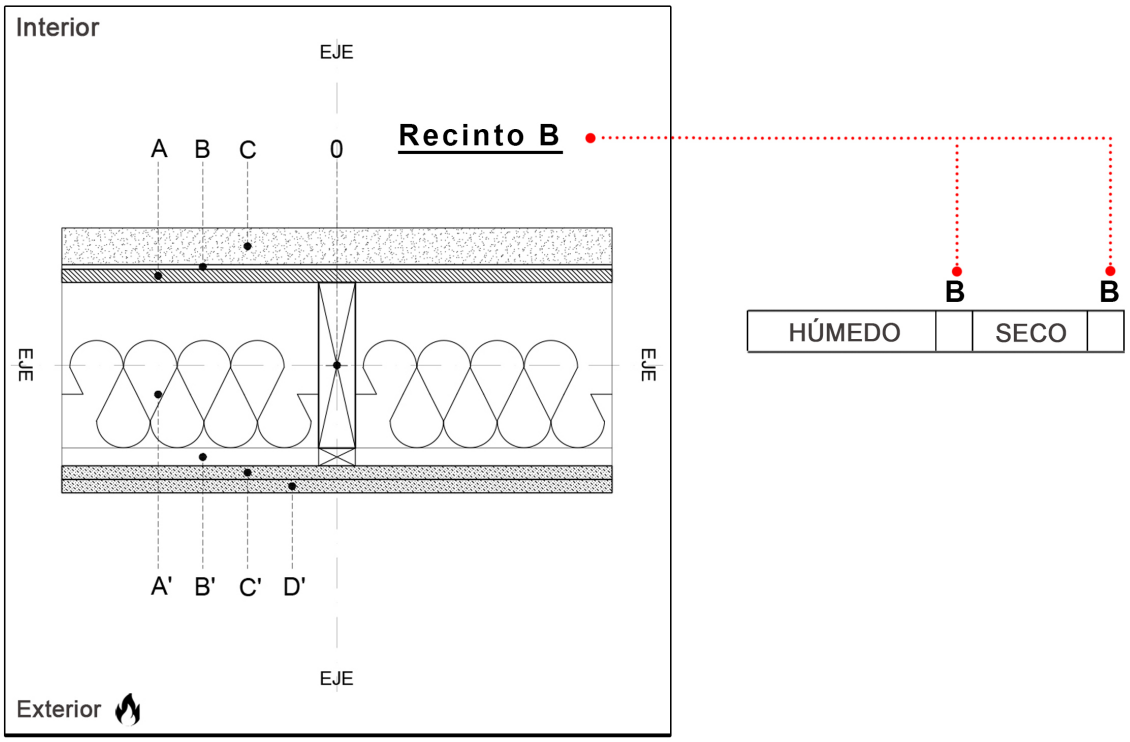


Figura 33. Concepto Recinto para una solución de Piso Ventilado.

EJEMPLOS DE CASOS

- **Recinto Húmedo:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando aparece marcado el cuadro **HÚMEDO** del recinto interior (B) de una solución de Piso Ventilado, según muestra [Figura 34], significa que la solución **PUEDE** colindar con un recinto húmedo en su lado superior (interior), ya que debe contener en su revestimiento de piso un material con la cualidad de ser resistente a la humedad. Cabe señalar que, en este caso, nada impide que la solución sea usada también en recintos secos.



Figura 34. Uso de la solución de Piso Ventilado en recinto húmedo.

- **Recinto Seco:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando aparece marcado el cuadro **SECO** del recinto interior (B) de una solución de Piso Ventilado, según muestra [Figura 35], significa que la solución **DEBE** colindar con un recinto seco en su lado superior (interior), ya que debe contener en su revestimiento de piso un material sin la cualidad de ser resistente a la humedad.

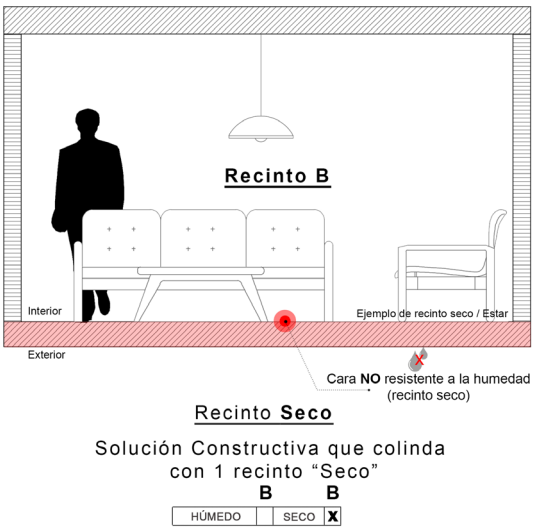
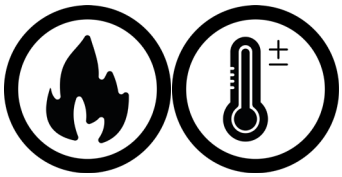


Figura 35. Uso de la solución de Piso Ventilado en recinto seco.

Para una solución de Piso Ventilado cuyo recinto B es húmedo, se recomienda incorporar una función impermeabilizante en las capas superiores con el fin de evitar la propagación de agua hacia la estructura (además de impedir el paso del vapor de agua), en el caso de que no esté presente en su configuración.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

Para poder construir en Chile, la solución constructiva de Piso Ventilado debe cumplir con dos requerimientos normativos: requerimiento Fuego (Artículo 4.3.1. - Artículo 4.3.5 de la OGUC) y requerimiento Térmico (Artículo 4.1.10./ Artículo 4.1.10 Bis de la OGUC y Decretos PDA/ Estándares Construcción Sustentable (MINVU)).



TE

TECHUMBRE

La solución constructiva de Techumbre [Figura 36] forma parte de los elementos constructivos horizontales de una vivienda y se entiende como aquella solución que comprende desde el cielo del recinto más elevado hasta la cubierta. Dicha solución separa horizontalmente el espacio exterior del espacio interior de una unidad de vivienda, siendo una solución que constituye la envolvente.

Al ser una solución de configuración compleja (muchas variaciones), en "**Diseña Madera**", la solución de Techumbre se entiende, como a una solución tipo "entrepiso" con entramado, que puede ser usada como tal o puede sustentar una estructura de cerchas.

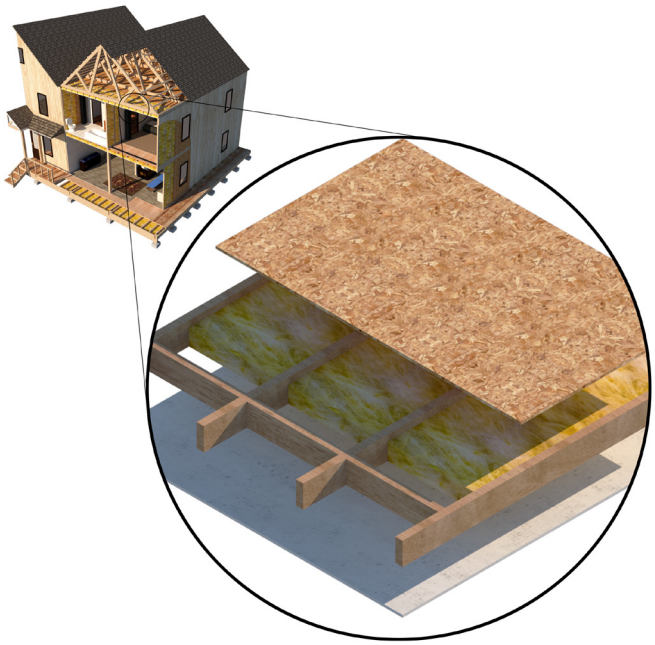


Figura 36. Solución Constructiva de Techumbre.

Algunas soluciones de Techumbres en "**Diseña Madera**" no cuentan con terminación exterior propiamente tal, lo que permite tener una mayor flexibilidad al momento de agregar la terminación deseada. Además, es importante agregar que para elementos que constituyen la envolvente, en aspectos normativos de fuego, no existe prohibición para agregar más capas en la cara ubicada hacia el exterior de la vivienda (o cara no expuesta al fuego).

Se recomienda incorporar una barrera de vapor en las capas de la solución ubicadas hacia el interior de la vivienda, según requerimientos del proyecto y según la NCh 1973, para impedir el paso del vapor de agua del interior al exterior y así eliminar el riesgo de condensación superficial e intersticial. Además, cabe destacar que las capas de la solución ubicadas hacia el exterior de la vivienda deben por un lado impedir el traspaso del agua y aire al interior de la solución y así evitar los posibles deterioros de la vivienda. Y por otro lado deben ser permeables al vapor de agua que se pudiera generar dentro de la solución, y así poder evacuarlo. Para ello, se sugiere incluir en dichas capas una barrera de humedad y de aire.

TIPOLOGÍA: USO DE LA SOLUCIÓN

La solución constructiva de Techumbre se considera en todas las tipologías de viviendas basadas en la OGUC. [Figura 37]

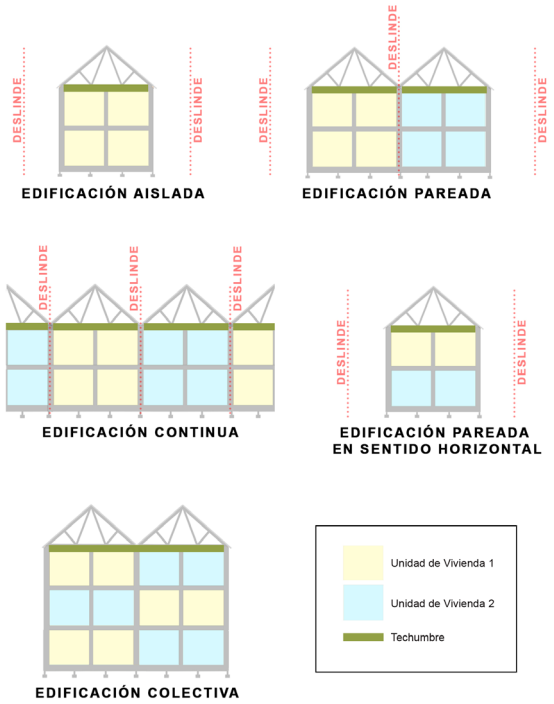


Figura 37. Uso de la solución de Techumbre en las tipologías de viviendas de la OGUC.

CONFIGURACIÓN

La solución de Techumbre separa horizontalmente el espacio exterior del espacio interior de una unidad de vivienda, siendo una solución que constituye la envolvente. Las capas que conforman la solución son denominadas superiores (exterior) e inferiores (interior) siendo el núcleo el elemento central de separación.

El escenario de incendio que se aplica a la solución debe ser de un incendio por el interior y por el lado inferior de la solución. Efectivamente, al ser un elemento de separación perimetral horizontal, no compromete cargas combustibles por el lado exterior (según la NCh 935/1), pero sí por el lado interior. Cuando ocurre un incendio, la llama se dirigirá hacia arriba, siendo formada por gases producto de la combustión que al calentarse se expanden y suben. Por lo tanto, la solución debe resistir al fuego en una sola dirección y su cara expuesta al fuego se encuentra ubicada en el lado inferior (interior) de la solución. [Figura 38]

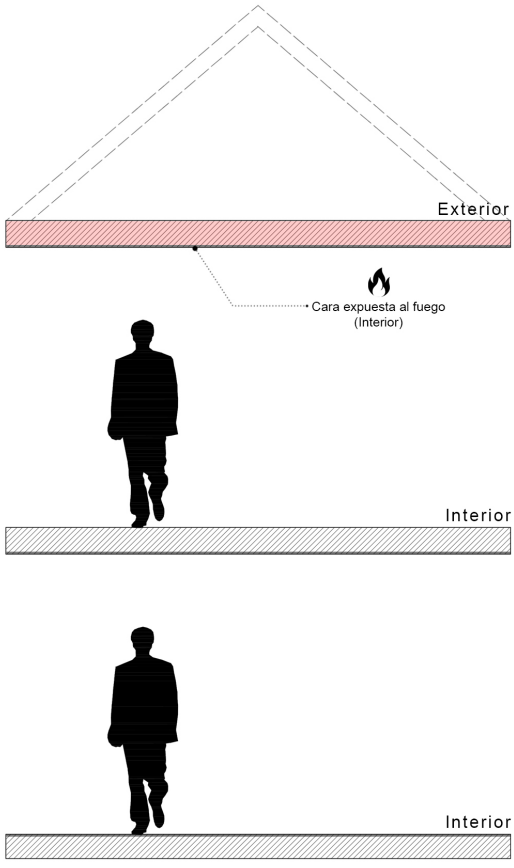


Figura 38. Configuración de una solución de Techumbre.

RECINTO

Se entiende como “recinto” el espacio habitable interior que colindará con la solución.

Para llevar a cabo una solución constructiva de Techumbre, se considera aquel recinto (B) colindando con el lado inferior (interior) de la solución, ya que dicho lado puede estar expuesto a condiciones ambientales interiores de humedad.

Existen dos tipos de recintos, el recinto húmedo y el recinto seco.

Un recinto húmedo es aquel espacio que estará expuesto de manera directa a la humedad (baños, cocinas, etc.) y recinto seco, por el contrario, aquel espacio que no estará expuesto a la humedad (sala de estar, dormitorios, etc.). [Figura 39]

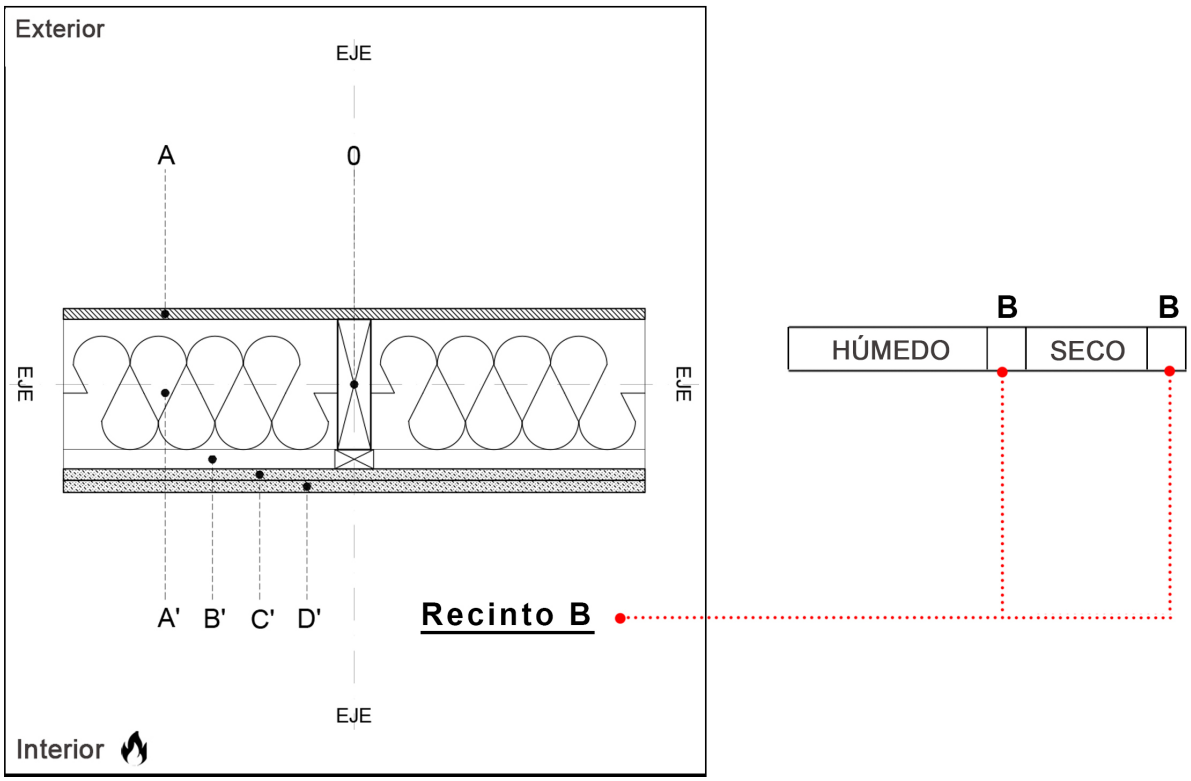
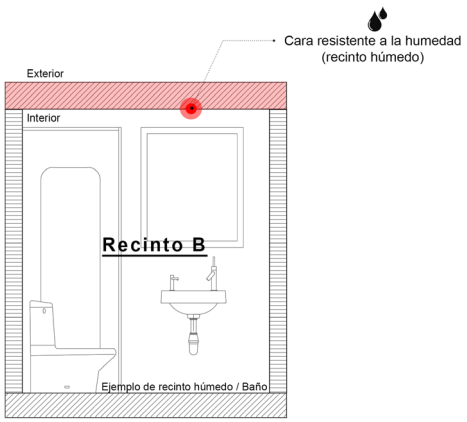


Figura 39. Concepto Recinto para una solución de Techumbre.

EJEMPLOS DE CASOS

- **Recinto Húmedo:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando aparece marcado el cuadro **HÚMEDO** del recinto interior (B) de una solución de Techumbre, según muestra [Figura 40], significa que la solución **PUEDE** colindar con un recinto húmedo en su lado inferior (interior), y por lo tanto debe contener en su revestimiento de cielo un material con la cualidad de ser resistente a la humedad. Cabe señalar que, en este caso, nada impide que la solución sea usada también en recintos secos.



Recinto **Húmedo**

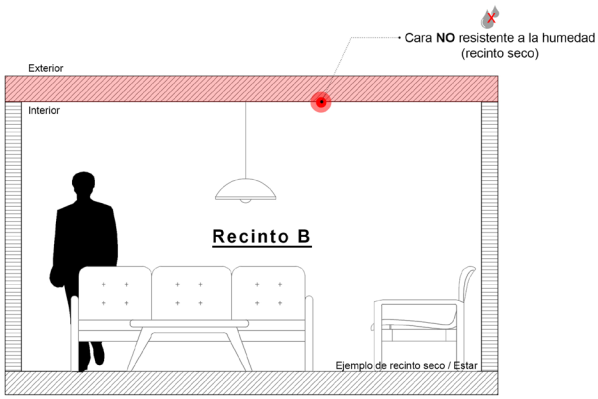
Solución Constructiva que puede colindar con 1 recinto "Húmedo"

B	B
HÚMEDO X	SECO X

Figura 40. Uso de la solución de Techumbre en recinto húmedo.

- **Recinto Seco:**

  En la ficha técnica [Figura 1], cuando aparece marcado el cuadro **SECO** del recinto interior (B) de una solución de Techumbre, según muestra [Figura 41], significa que la solución **DEBE** colindar con un recinto seco en su lado inferior (interior), y que, por lo mismo, debe contener en su revestimiento de cielo un material sin la cualidad de ser resistente a la humedad.



Recinto **Seco**

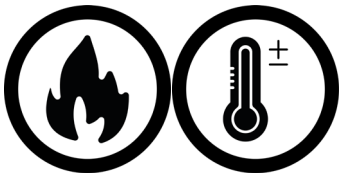
Solución Constructiva que colinda con 1 recinto "Seco"

B	B
HÚMEDO	SECO X

Figura 41. Uso de la solución de Techumbre en recinto seco.

REQUERIMIENTOS NORMATIVOS

Para poder construir en Chile, la solución constructiva de Techumbre debe cumplir con dos requerimientos normativos: requerimiento Fuego (Artículo 4.3.1. - Artículo 4.3.5 de la OGUC) y requerimiento Térmico (Artículo 4.1.10./ Artículo 4.1.10 Bis de la OGUC y Decretos PDA/ Estándares Construcción Sustentable (MINVU)).



CONCLUSIÓN GENERAL:

Esta guía se enmarca en el proyecto de plataforma “**Diseña Madera”** que recopila datos de soluciones constructivas nacionales en madera.

La descripción e información de cada solución constructiva se encuentra resumida y agrupada en seis grupos de fichas técnicas resumen correspondiente a los seis tipos de soluciones constructivas de Diseña Madera (Muro Perimetral, Muro Divisorio, Muro Interior, Entrepiso, Piso Ventilado y Techumbre).

Esta guía tiene como objetivo facilitar la comprensión del usuario en su lectura de ficha técnica de una solución constructiva. Asimismo, reúne la información de las fichas técnicas en varios conceptos que a su vez se agrupan en dos secciones: las Generalidades y las Especificidades.

La sección Generalidades presenta conceptos generales de las fichas técnicas de las soluciones constructivas de Diseña Madera, tratando entre otros los tipos de requerimientos normativos que deben cumplir las soluciones para ser empleadas en edificaciones en Chile y sus principales definiciones.

La sección Especificidades presenta conceptos de la ficha técnica, específicos a cada grupo de soluciones constructivas, abordando temáticas como; función de una solución dentro de la edificación, requerimientos normativos asociados, configuración y condiciones de uso.

Finalmente, la guía de uso de fichas técnicas entrega el conocimiento necesario en materia de soluciones constructivas en madera en Chile haciendo referencia directa a las normativas relacionadas con dicha materialidad.

ANEXO: NORMATIVAS RELACIONADAS CON LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA EN CHILE

NORMATIVAS	NOMBRE / TÍTULO
ESTRUCTURAL	
NCh 1198	Madera - Construcciones en madera-Calcúlo
NCh 1207	Pino Radiata - Clasificación visual para uso estructural-Especificaciones de los grados de calidad
NCh 433	Diseño sísmico de edificios
PROPIEDADES DE LA MADERA	
NCh 2824	Maderas - Pino radiata-Unidades, dimensiones y tolerancias
NCh 173	Madera - Terminología general
NCh 819	Madera preservada - Pino radiata-Clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo
NCh 176/1	Madera Parte 1: Determinación del contenido de humedad
NCh 789/1	Maderas - Parte 1: Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural
Art. 5.6.8. OGUC	Requisitos propiedades madera estructural Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
FUEGO	
NCh935/1	Prevención de incendio en edificios-Ensayo de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general
Art. 4.3.1.- 4.3.5. OGUC	Exigencia Resistencia al Fuego Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
ACÚSTICO	
ISO 140-7	Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 7: Field measurement of impact sound insulation of floors
ISO 140-6	Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 6: Laboratory measurements of impact sound insulation of floors
ISO 717-2	Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 2: Impact sound insulation
NCh 2785	Acústica - Medición en terreno de la aislación acústica construcciones y elementos de construcción –: Medición en terreno de la aislación acústica aérea entre recintos
NCh 2786	Acústica - Medición de aislación acústica en construcciones y elementos de construcción - Mediciones en laboratorio de la aislación acústica aérea de elementos de construcción
ISO 717-1	Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation
Art. 4.1.6. OGUC	Exigencia Acústica Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
TÉRMICO	
NCh 853	Acondicionamiento térmico-Envolvente térmica de edificios-Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas
NCh 851	Aislación térmica-Determinación de propiedades de transmisión térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas - Cámara térmica calibrada y de guarda
NCh 1973	Comportamiento higrotérmico de elementos y componentes de construcción - Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial - Métodos de cálculo
NCh 1079	Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico
-	Estándares Construcción Sustentable (MINVU)
Art. 4.1.10./4.1.10 Bis OGUC	Exigencia Térmica Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centro UC de Innovación en Madera (CIM UC). (s.f.). *Manual de diseño de estructuras en madera*. Chile: [s.n]

Guindos, P (2019). *Conceptos avanzados del diseño estructural con madera. Parte 1: Uniones, refuerzos, elementos compuestos y diseño antisísmico*. Santiago, Chile: Ediciones UC.

Guindos, P (2019). *Conceptos avanzados del diseño estructural con madera. Parte 2: CLT, modelación numérica, diseño anti-incendios, y ayudas al cálculo*. Santiago, Chile: Ediciones UC.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (1987). *Norma Chilena Oficial NCh 789/1.Of87. Maderas - Parte 1: Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (1997). *Norma Chilena Oficial NCh 935/1.Of97. Prevención de incendio en edificios-Ensayo de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2003). *Norma Chilena Oficial NCh 176/1.Of2003. Madera Parte 1: Determinación del contenido de humedad*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2003). *Norma Chilena Oficial NCh 2785.Of2003. Acústica - Medición en terreno de la aislación acústica construcciones y elementos de construcción-Medición en terreno de la aislación acústica aérea entre recintos*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2003). *Norma Chilena Oficial NCh 2786.Of2003. Acústica - Medición de aislación acústica en construcciones y elementos de construcción - Mediciones en laboratorio de la aislación acústica aérea de elementos de construcción*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2003). *Norma Chilena Oficial NCh 2824.Of2003. Maderas - Pino radiata-Unidades, dimensiones y tolerancias*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2005). *Norma Chilena Oficial NCh 1207.Of2005. Pino Radiata - Clasificación visual para uso estructural-Especificaciones de los grados de calidad*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2007). *Norma Chilena Oficial NCh 853.Of2007. Acondicionamiento térmico - Envolvente térmica de edificios-Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas.* Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2008). *Norma Chilena Oficial NCh 173.Of2008. Madera - Terminología general*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2008). *Norma Chilena Oficial NCh 851.Of2008 ISO 8990:1994. Aislación térmica - Determinación de propiedades de transmisión térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas - Cámara térmica calibrada y de guarda.* Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2008). *Norma Chilena Oficial NCh 1079.Of2008. Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico.* Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2009). *Norma Chilena Oficial NCh 433.Of1996 Modificada en 2009. Diseño sísmico de edificios*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2012). *Norma Chilena Oficial NCh 819.Of2012. Madera preservada - Pino radiata-Clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2014). *Norma Chilena Oficial NCh 1198:2014. Madera - Construcciones en madera-Calcúlo*. Santiago, Chile: Autor.

Instituto Nacional de Normalización (INN). (2014). *Norma Chilena Oficial NCh 1973:2014. Comportamiento higrotérmico de elementos y componentes de construcción - Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial - Métodos de cálculo.* Santiago, Chile: Autor.

Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (s.f.). *Requisitos de Rotulado de la madera aserrada para construcción.* Recuperado de https://csustentable.minvu.gob.cl/material-de-difusion/

Ministerio de Vivienda y Urbanismo - MINVU. (2018). *Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile-Tomo II Energía*. Santiago, Chile: Autor.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo - MINVU. (2011). *Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*.

Sánchez Delgado, C., Dujovne Guzman, L. & Poo Barrera, C. (2006). *Manual de Aplicación Reglamentación Acústica- Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*. Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Centro UC de Innovación en Madera

Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Gobierno de Chile

Proyecto apoyado por
CORFO

DISEÑA MADERA
SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA LA EDIFICACIÓN

GUÍA DE USO DE FICHAS TÉCNICAS