



SOLUCIONES
CONSTRUCTIVAS



FINSA
soluciones en madera

LEYENDA GENERAL DE MATERIALES

- 1 Pilar MLE GL24h
- 2 Viga MLE GL24h
- 3 Vigueta MLE GL24h
- 4 Viga madera maciza C16
- 5 Vigueta madera maciza C16
- 6 Estructura entramado ligero_ montante
- 7 Tablero superPan Tech P4 TG4
- 8 Tablero superPan Tech P5
- 9 Tablero superPan Tech P5 TG4
- 10 Tablero superPan Tech P5 Natur TG2
- 11 Tablero superPan VapourStop
- 12 CLT
- 13 Lama de madera termotratada Thermopine para aplicación en revestimiento fachada
- 14 Aislamiento térmico y acústico
- 15 Aislamiento exterior (SATE)
- 16 Mortero flexible (SATE)
- 17 Teja cerámica
- 18 Rastrel de madera
- 19 Doble enrastrelado de madera tratada
- 20 Rastrel de madera tratada con colocación paralela a la dirección de la pendiente en cubierta o colocación en muro
- 21 Rastrel de madera tratada con colocación perpendicular a la dirección de la pendiente en cubierta o colocación en muro
- 22 Lámina impermeable transpirable
- 23 Lámina impermeable tipo EPDM
- 24 Lámina freno / barrera de vapor
- 25 Capa separadora de protección
- 26 Placa de yeso laminado
- 27 Capa de protección de grava
- 28 Solado fijo de baldosas cerámicas
- 29 Recrecido de mortero ligero
- 30 Cámara de aire no ventilada para instalaciones

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

GUÍA GENERAL **2020**



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

GUÍA GENERAL **2020**

FINSA	7
SOSTENIBILIDAD	9
GUÍA DE PROYECTO	11

	ENTRAMADO PESADO	13
---	------------------	----

	ENTRAMADO LIGERO	43
---	------------------	----

	CLT	85
---	-----	----

	PASSIVHAUS	131
---	------------	-----

ANEXO	207
-------	-----

INFORMACIÓN IMPORTANTE

Los datos expuestos en este documento han sido elaborados mediante un proceso teórico siguiendo la normativa aplicable del sector constructivo, sin que se haya analizado el comportamiento de ninguna edificación en su conjunto, solo se han estudiado elementos aislados por comprobaciones simples y en primer orden.

La información mostrada hace referencia exclusivamente a los modelos de cálculo y propiedades mecánicas de los productos.

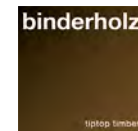
Los datos no deben ser usados en casos reales ni como datos finales de dimensionado, puesto que se trata de datos de predimensionado que únicamente sirven para dar una orientación al proyectista en la fase previa a la definición final del proyecto.

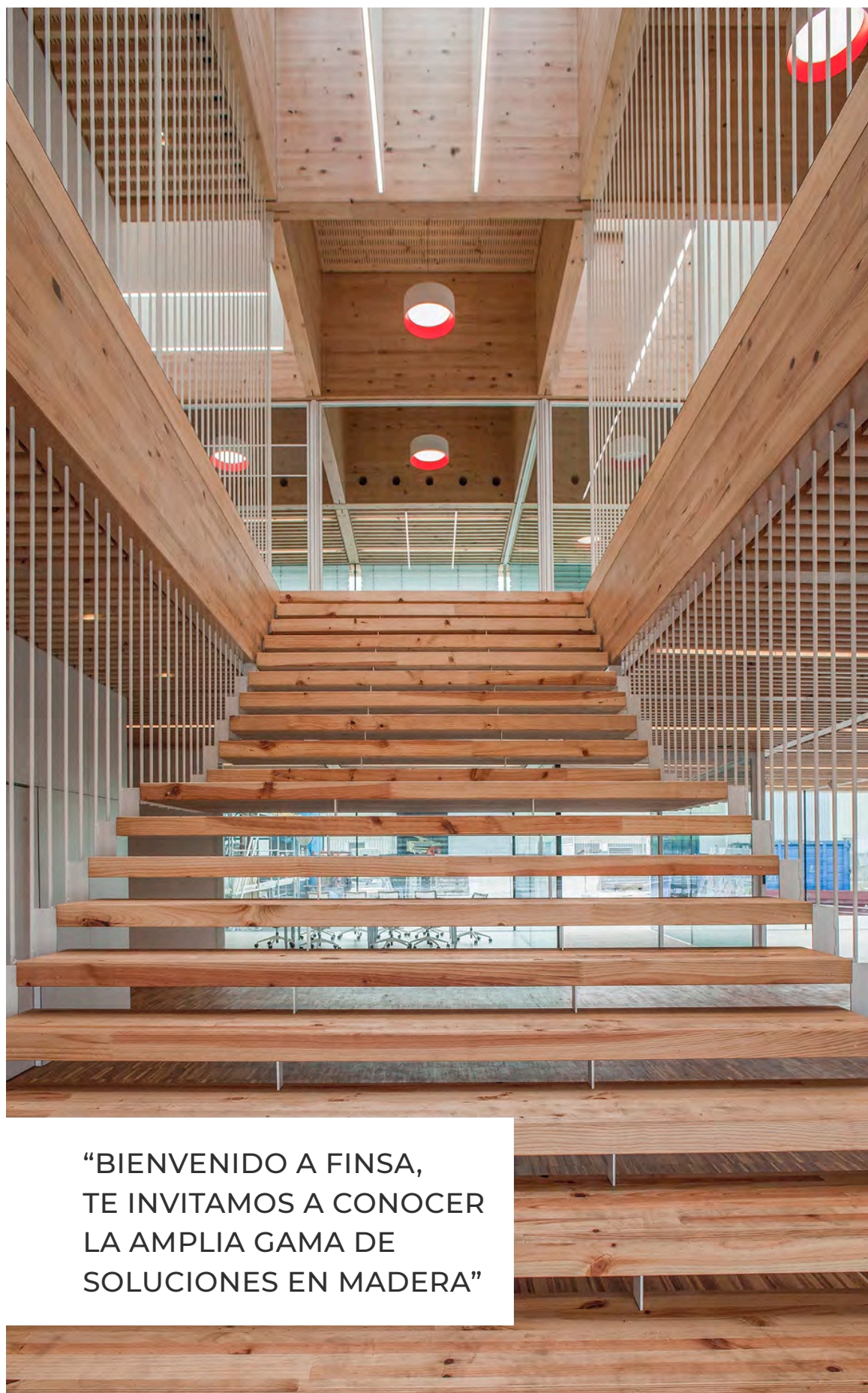
Para la utilización de los productos aquí descritos deberán hacerse los cálculos específicos oportunos que comprueben la idoneidad del producto para la aplicación concreta de que se trate. Asimismo, para la definición del proyecto y para la instalación del producto pueden ser necesarias especificaciones complementarias que cubran las necesidades de cada caso y que no estén limitadas a los detalles expuestos en este documento.

FINANCIERA MADERERA, S.A., no asume responsabilidad alguna por la utilización de los datos reflejados en el presente documento.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a BinderHolz, RothoBlaas, Siga, STO y PROCLIMA, sin cuyo asesoramiento y facilitación de imágenes no hubiese sido posible la realización de esta guía.





“BIENVENIDO A FINSA,
TE INVITAMOS A CONOCER
LA AMPLIA GAMA DE
SOLUCIONES EN MADERA”



FINSA

FINSA ha sido pionera en la fabricación de tableros aglomerados y MDF en la Península Ibérica.

La empresa, fundada en 1931 como un pequeño aserradero, ha mantenido un crecimiento sostenido desde entonces hasta nuestros días.

En la actualidad, FINSA fabrica una amplia variedad de productos derivados de la madera. En los últimos años, las inversiones se han centrado en ampliar nuestra presencia internacional e incrementar nuestra capacidad de producción en productos de alto valor añadido dentro de la cadena de transformación de la madera técnica, especialmente tableros estructurales para su uso en construcción en madera, donde destaca la gama de superPan Tech.

Gracias a esto, hoy en día FINSA es un referente mundial en el sector.

Con gran ilusión y avalados por una amplia trayectoria en el desarrollo de productos derivados de la madera, queremos hacerte partícipe de la ventaja que supone el uso de tableros de madera técnica en tus proyectos y compartir nuestra apuesta por el futuro de este material.

“FINSA HA SABIDO
EVOLUCIONAR SIN
PERDER SU ESENCIA.
AHORA, ESTAMOS
LISTOS PARA ASUMIR
NUEVOS RETOS”



MEDIOAMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

CRÉDITOS LEED®: EDIFICACIÓN SOSTENIBLE

Gracias a nuestros productos es posible conseguir Créditos LEED® en las diferentes áreas:

- Contenido en reciclados
- Materiales regionales
- Materiales rápidamente renovables
- Madera certificada
- Materiales de bajas emisiones

CERTIFICACIONES: MADERA DE BOSQUES SOSTENIBLES

La Cadena de Custodia certifica el recorrido de las materias primas desde el bosque hasta el consumidor/cliente, incluyendo todas las etapas del proceso, es decir, garantiza al cliente que los productos que adquiere están fabricados con materiales provenientes de bosques gestionados de forma sostenible.

Esta garantía se materializa a través de los certificados PEFC™ y FSC®, que afectan a la fabricación y comercialización de los productos derivados de la madera.

DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO (EPD®): HUELLA ECOLÓGICA Y TRANSPARENCIA

La EPD® es una herramienta para transmitir una información clara y transparente sobre el impacto de un determinado producto en el medio ambiente durante todas las etapas de su ciclo de vida.

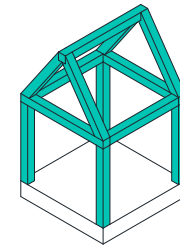
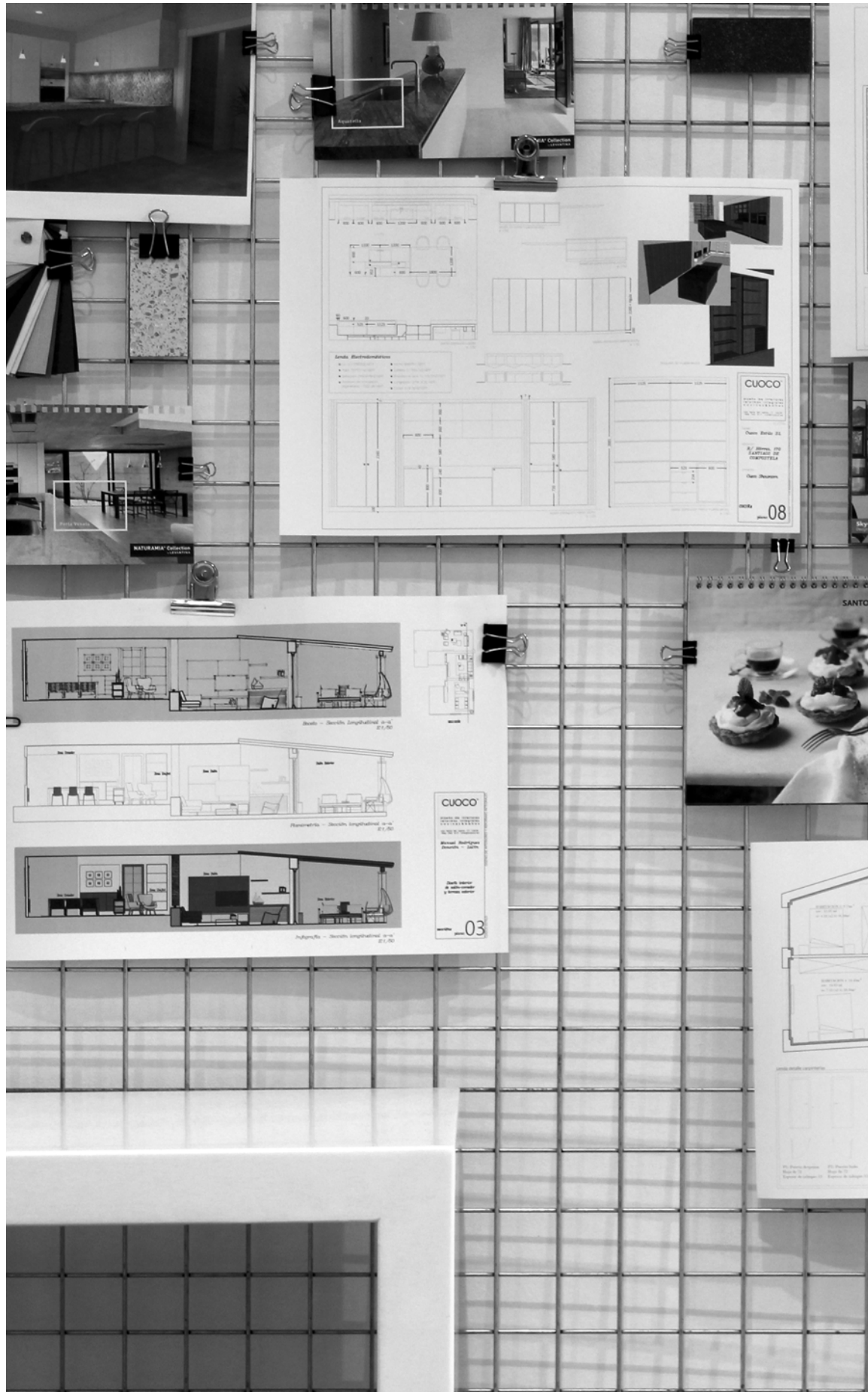
En el caso de nuestros productos confirma, que la madera es un material que mantiene la captación de gases de efecto invernadero a lo largo de nuestro proceso productivo.

Calcula el valor de la huella de carbono de tu producto en base a la EPD® verificada de nuestros productos:

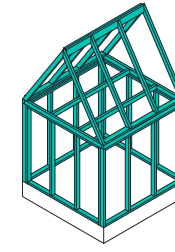
1 M³
AGLOMERADO
=
- 744 Kg. de CO₂

1 M³
MDF
=
- 597 Kg. de CO₂

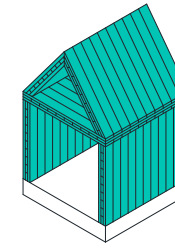




ENTRAMADO
PESADO
(EP)



ENTRAMADO
LIGERO
(EL)



CLT

¿QUÉ QUIERO PROYECTAR?

Con cada sistema constructivo pueden hacerse una gran variedad de tipologías de edificios, pero si estás empezando a proyectar y buscando inspiración, aquí te mostramos algunos ejemplos.



PLANTA BAJA
EL



2-3 PLANTAS
CLT
EL + CLT



ADOSADOS
EL
EL + CLT



VIVIENDAS
SINGULARES
CLT
EL + CLT



DOTACIONES
CLT
EL + CLT



INDUSTRIALES
CLT +
VIGAS Y PILARES



EDIFICIO EN ALTURA
CLT



REHABILITACIÓN
UNIFAMILIARES
VIGAS Y PILARES



REHABILITACIÓN
GRANDES EDIFICIOS
CLT +
VIGAS Y PILARES

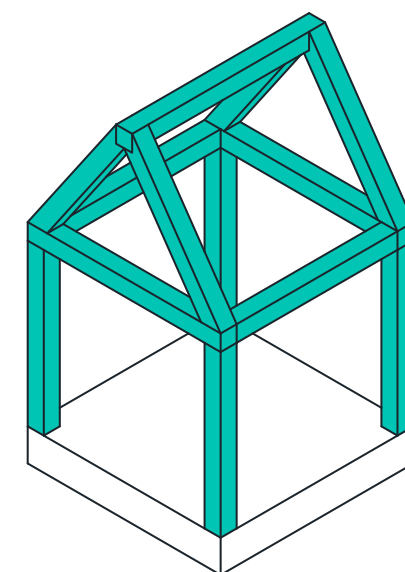


PLANTA BAJA
Y BAJO CUBIERTA
EL



VIVIENDAS PASIVAS
EL

**RECUERDA:
¡NO ES UNA
REGLA!**



**ENTRAMADO
PESADO**



DESCRIPCIÓN

En los sistemas de entramado pesado se usan elementos estructurales autoportantes de madera aserrada o laminada de gran escuadría para la formación de pilares, vigas, viguetas, etc. El consumo de madera de este tipo de estructuras es menor que en las estructuras de entramado ligero o de CLT, pero el hecho de que este sistema de vigas y pilares sea independiente de los cerramientos y divisiones interiores hace que sea necesario invertir en material, tiempo y mano de obra para ejecutarlos.

PROS

- Permite la ejecución de vanos con grandes luces.
- Estética vanguardista.
- Edificios fácilmente personalizables.
- Grandes espacios abiertos y aperturas de huecos.

CONTRAS

- Aunque las vigas llegan a obra mecanizadas el montaje por elemento se realiza *in situ*.
- Mano de obra más especializada.
- La estructura no proporciona un cerramiento.



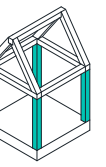
PILARES



FORJADOS



CUBIERTAS

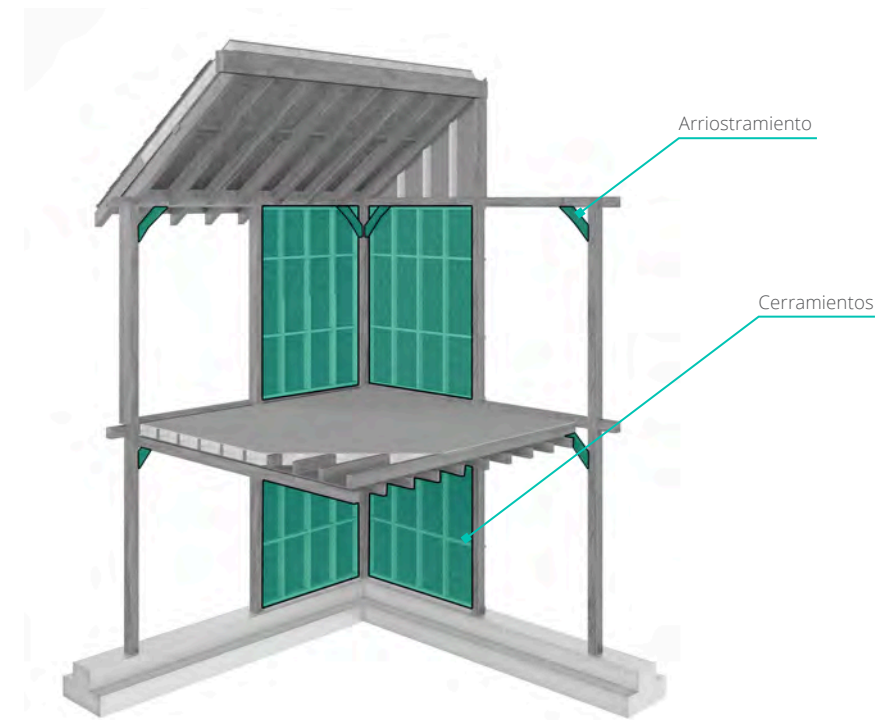
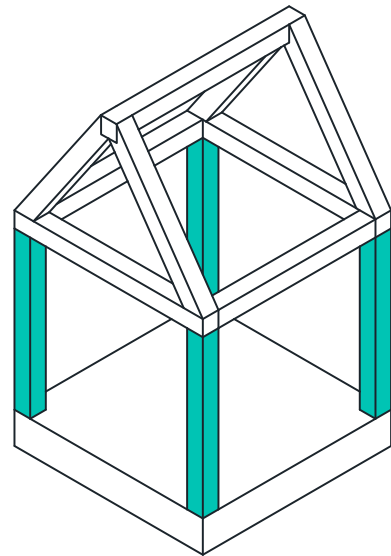


DESCRIPCIÓN

En este tipo de construcciones los pilares juegan un papel fundamental, ya que son los encargados de recoger las cargas de forjados y cubiertas y transmitirlos a las cimentaciones.

Pueden ser elementos de madera aserrada o laminada, normalmente de sección rectangular. Los pilares soportan cargas, principalmente de compresión. La madera tiene una gran resistencia a compresión en la dirección paralela a su fibra, lo que la hace un material idóneo para esta aplicación.

Hay que prestar especial atención, en este tipo de edificios, al arriostamiento lateral de los mismos. Las estructuras de vigas y pilares, por sí mismas, no ofrecen una resistencia a las cargas horizontales suficiente como para garantizar la estabilidad del edificio, por lo que hay que incluir elementos que aseguren la estabilidad del conjunto.



Esta estabilidad puede conseguirse mediante cruces de San Andrés, viguetas, etc. Aunque una de las formas más tradicionales es mediante los cerramientos.



PREDIMENSIONADO DE PILARES DE ENTRAMADO PESADO

PILARES DE ENTRAMADO PESADO				
Situación de incendio			Caras protegidas	R30
$q_{uso,k}$ (kN/m ²)			2,00	2,00
n° forjados	A_{ef} (m ²)	F_d (kN)		
0	5	22	100x100	120x120
	10	45	100x100	140x140
	15	68	120x120	140x140
1	5	57	120x120	140x140
	10	114	140x140	160x160
	15	171	140x140	160x160
2	5	91	120x120	160x160
	10	183	140x140	160x160
	15	274	160x160	180x180

* N° forjados: número de forjados sobre los pilares

* A_{ef} : Área de carga sobre los pilares

* F_d : Axil de cálculo sobre el pilar

DATOS

Madera laminada GL24h.

Clase de servicio 1.

Duración media de la combinación.

Carga Acabados Forjado $\leq 1,50$ kN/m²

Carga Acabados Cubierta $\leq 1,56$ kN/m²

Carga Nieve $\leq 1,00$ kN/m²

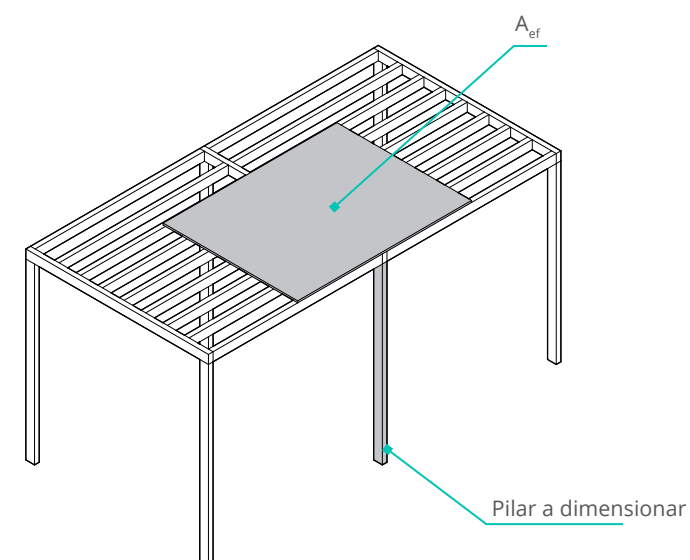
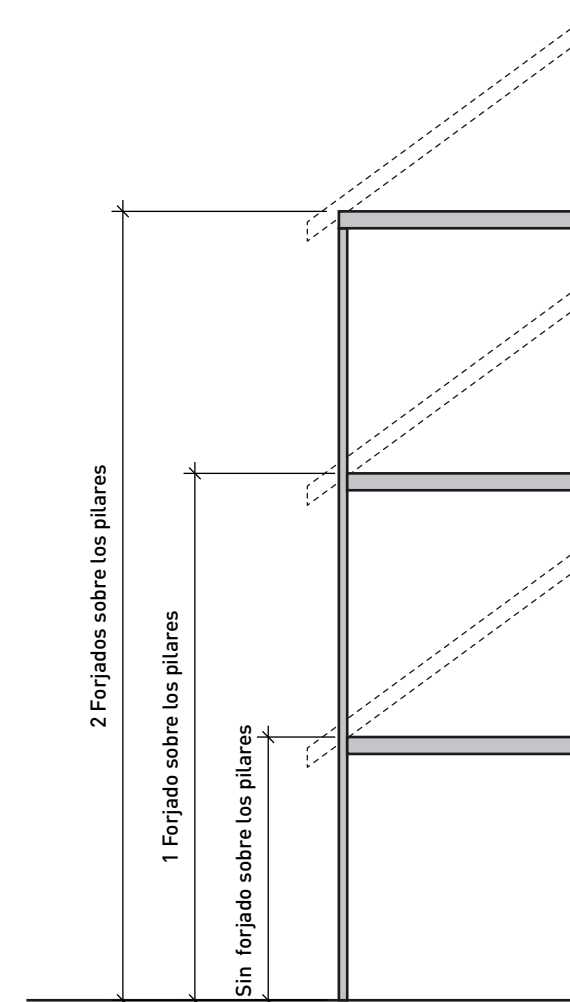
Altura de planta $\leq 3,00$ m.

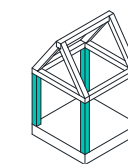
Dimensionado para carga gravitatorias.

NOTAS

Si la viga sobre el pilar es continua, aumentar A_{ef} por 1,25.

Si las viguetas son continuas, aumentar A_{ef} por 1,25.





RECOMENDACIONES

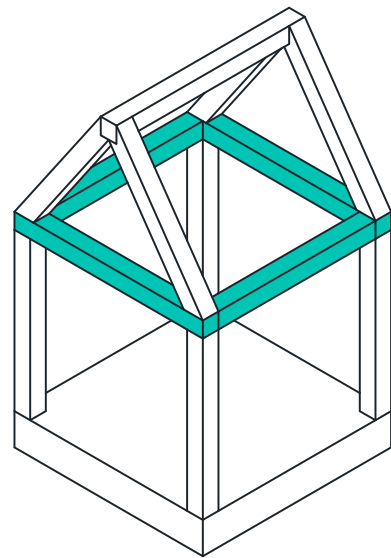
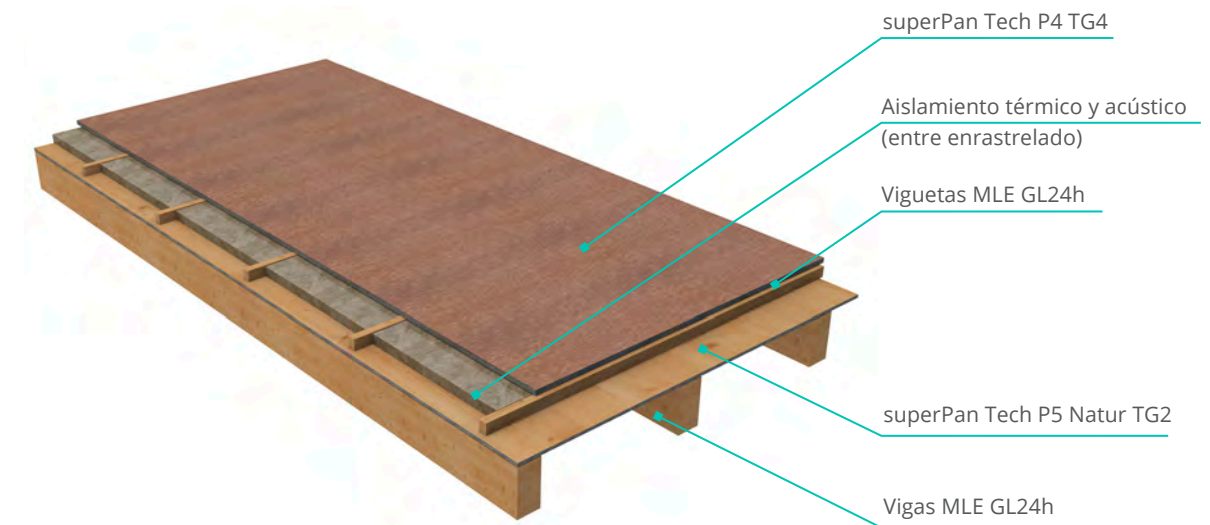
Es imprescindible aislar los pilares de todo elemento que les pueda transmitir humedad por capilaridad. Los detalles de durabilidad y constructibilidad que se desarrollan a lo largo de esta guía también se aplican a estos elementos, como por ejemplo aislar la madera de todo cuerpo que le pueda transmitir humedad, nivelar y arriostrar los elementos, usar cada producto adecuado a la Clase de Servicio establecida por el fabricante, etc.





DESCRIPCIÓN

Formado por elementos (vigas) de gran escuadría (normalmente a partir de 80 mm de espesor), sobre las que se puede disponer un tablero estructural (superPan Tech) encima del cual se apoyarán las diferentes capas que componen el forjado.



EXPLICACIÓN DE CÁLCULO FORJADOS DE ENTRAMADO PESADO

CONSIDERACIONES INICIALES

Acciones permanentes: Acabado sobre tablero sup + Tabiquería

$$1.00 \text{ kN/m}^2 + 1.00 \text{ kN/m}^2$$

Acciones variables: Sobrecarga uso en vivienda + Carga concentrada

$$2.00 \text{ kN/m}^2 \quad 2.00 \text{ kN} \quad \psi_0 = 0.7; \psi_1 = 0.5; \psi_2 = 0.3$$

Composición del forjado:

- Tablero superior Superpan Tech
- Rastreles
- Estructura de 2 órdenes con vigas y viguetas

Sistema: dos órdenes con vigas y viguetas

Separación de viguetas de 600mm y 400mm y longitudes de 1.30m, 1.70m y 2.00m.

Las longitudes de las vigas varían entre 3.50m, 5.00m y 7.00m.

ENTRAMADO PESADO

FORJADOS



PREDIMENSIONADO DE FORJADOS DE ENTRAMADO PESADO

FORJADOS DE ENTRAMADO PESADO			CALIDAD DE COBERTURA		
$G_{k \text{ acabado}}$	kN/m ²	≤1,50	≤1,50		
$G_{k \text{ tabiquería}}$	kN/m ²	0,00	1,00		
$q_{uso,k}$	kN/m ²	2,00	2,00		
L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (mm)			
3,50	1,20	400	Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16 mm	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19 mm
			Viguetas	80x120	80x120
			Vigas	100x200	100x200
		600	Tablero superior	superPan Tech P5 TG2 2500x1200x25 mm	superPan Tech P4 TG4 2400x900x30 mm
			Viguetas	80x120	80x120
			Vigas	100x200	100x200
5,00	1,50	400	Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16 mm	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19 mm
			Viguetas	80x120	80x120
			Vigas	120x240	140x240
		600	Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2500x1200x25 mm	superPan Tech P4 TG4 2400x900x30 mm
			Viguetas	80x120	80x120
			Vigas	120x240	140x240
7,00	1,85	400	Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16 mm	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19 mm
			Viguetas	100x120	100x120
			Vigas	140x320	160x320
		600	Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2500x1200x25 mm	superPan Tech P4 TG4 2400x900x30 mm
			Viguetas	100x120	100x120
			Vigas	140x320	160x320

* L_1 : Longitud de vigas principales

* L_2 : Longitud de viguetas

DATOS

Madera laminada C18

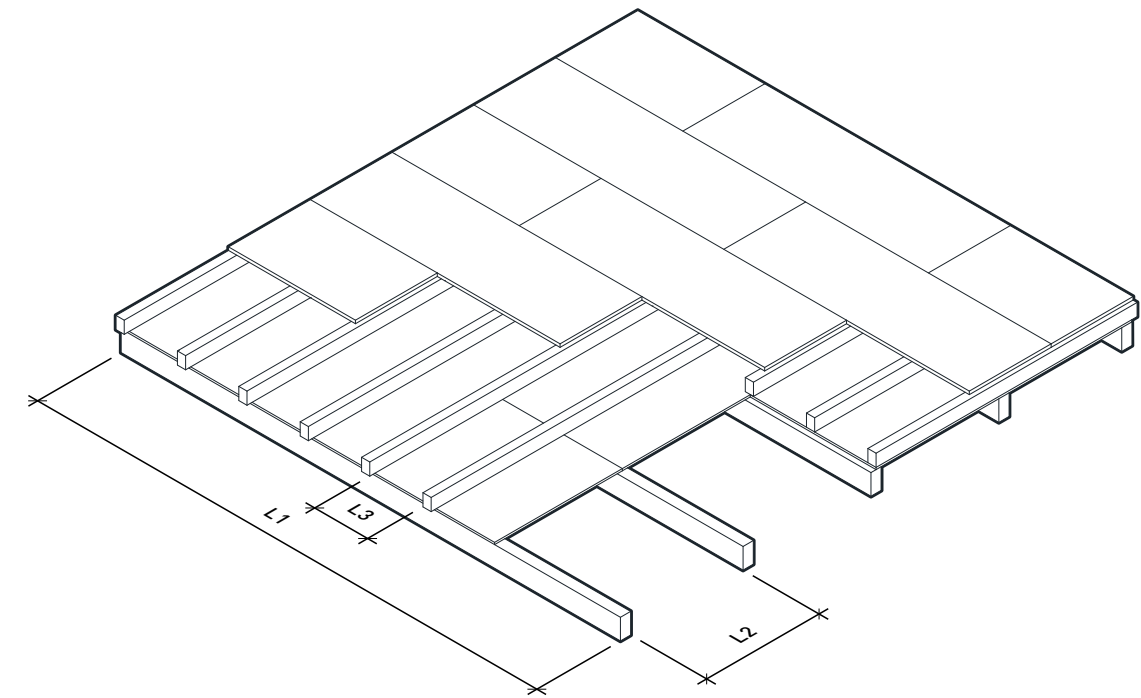
Clase de servicio 1

Fuego R30 (3 caras)

$E_{LS_{int}}$ L/400

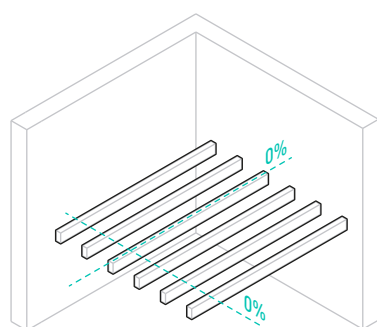
$L_3 = 400 / 600$ mm

El apoyo de viguetas se realiza sobre las vigas, en caso de utilizarse otra unión, verificar dimensiones.

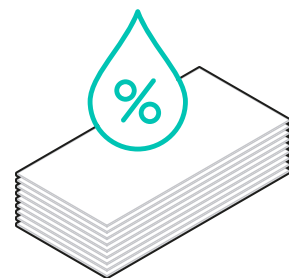


RECOMENDACIONES

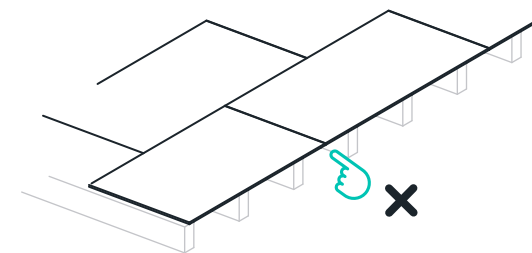
ACONDICIONAMIENTO



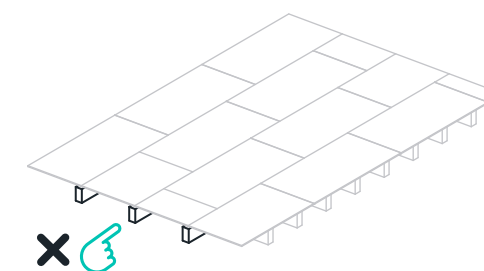
Comprobar que la estructura esté perfectamente nivelada antes de la colocación del tablero.



Acondicionar el contenido de humedad de las vigas antes de instalar el tablero.

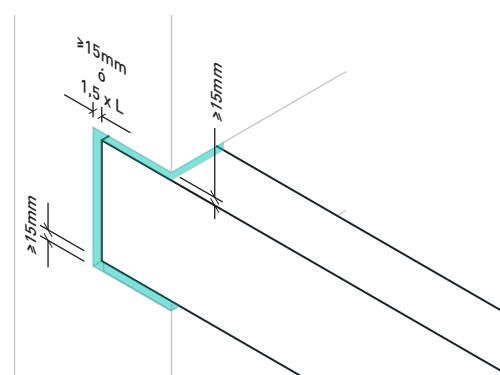


Los lados menores de los tableros SIEMPRE deben ir apoyados sobre las vigas.

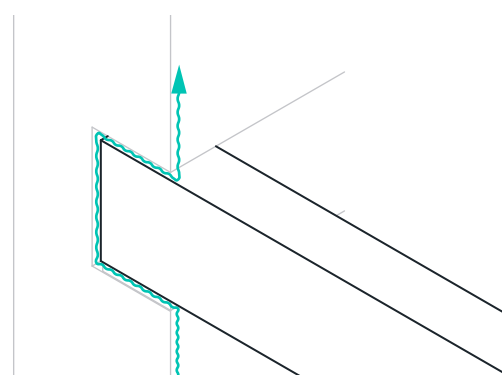


Los cantos longitudinales del superPan Tech P5 Natur TG2 están machihembrados, por lo que no es necesario disponer de apoyos longitudinales.

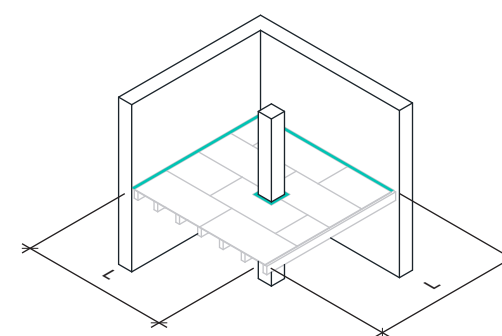
INSTALACIÓN



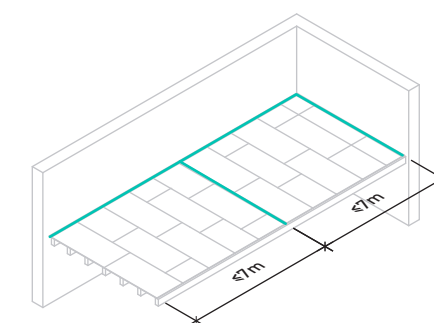
Dejar siempre una holgura perimetral y con elementos pasantes de 15mm ó 1,5xL(m).



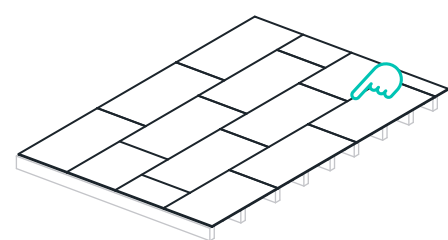
Se recomienda permitir la ventilación de todos los elementos de madera. Dejando una separación de, al menos, 15mm en los apoyos de vigas o viguetas.



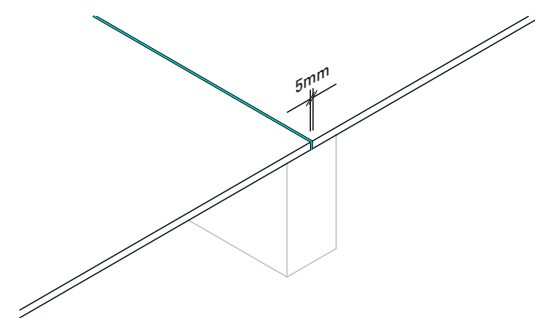
Dejar siempre una holgura perimetral y con elementos pasantes de 10mm x 1,5xL(m).



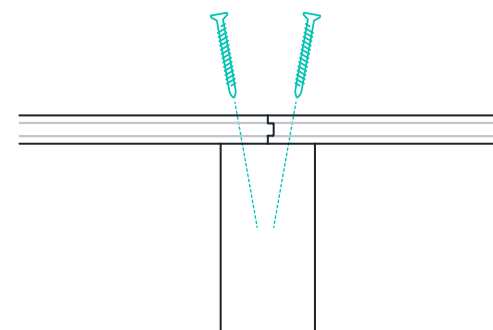
Cuando los paños de forjado son mayores de 7m deben disponerse juntas de expansión intermedias de 1,5mmxL (Longitud del vano).



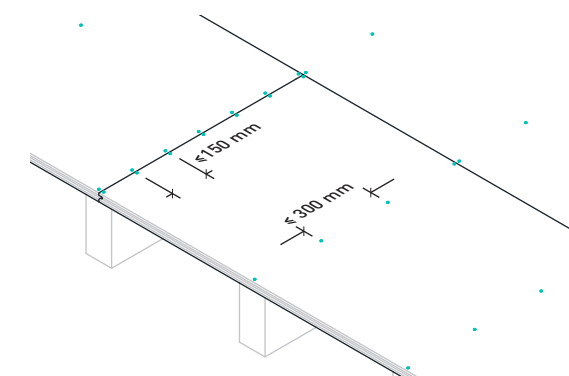
Siempre han de alternarse las juntas de las testas de los tableros (colocación a matajuntas).



Separación entre las testas de los diferentes tableros superPan Tech P5 Natur ha de ser de 5mm.



Se recomienda colocar los tirafondos con una cierta inclinación en contra de la testa del tablero.

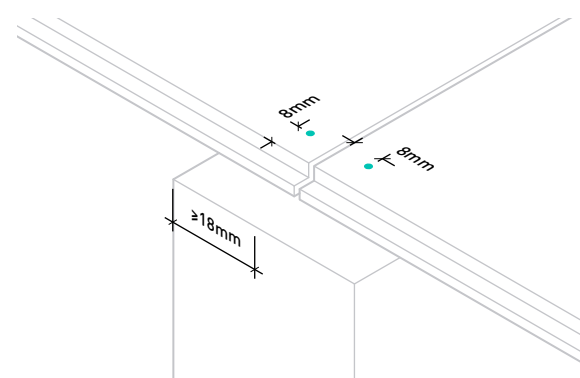


Separar una distancia menor a 150mm los tirafondos en las testas del superPan Tech P5 Natur, y una distancia menor a 300mm sobre cada viga intermedia.

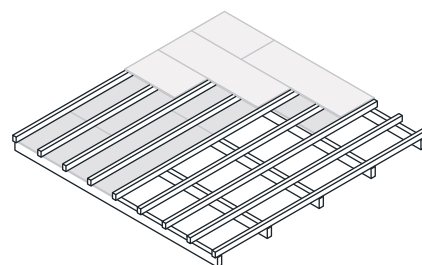


RECOMENDACIONES

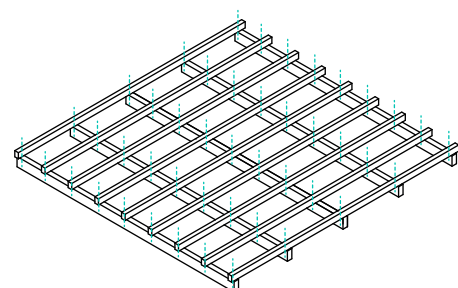
INSTALACIÓN



Separar al menos 8mm los tirafondos del borde del superPan Tech P5 Natur y apoyar este un mínimo de 18mm sobre las viguetas inferiores.



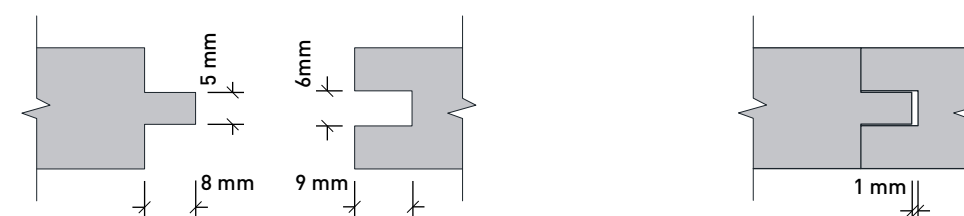
Las viguetas superiores han de colocarse en un orden perpendicular a las inferiores.



Las viguetas superiores han de unirse a las inferiores mediante tirafondos estructurales.

DETALLES

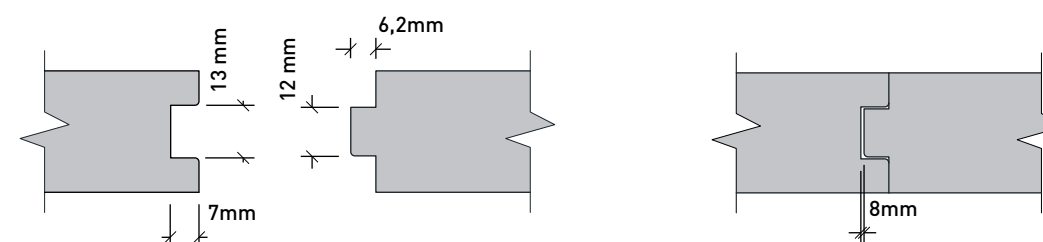
superPan TECH P5 NATUR TG2



Detalle machihembrado superPan Tech P5 Natur TG2

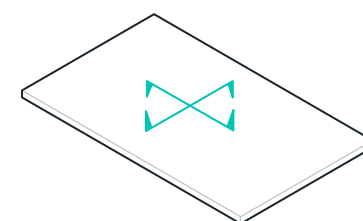
Junta a tope. El propio machihembrado del superPan Tech Natur TG2 deja 1 mm de separación.

superPan TECH P4 TG4



Detalle de machihembrado de superPan Tech P4 TG4 de 30mm de espesor.

Junta a tope. El propio machihembrado del superPan Tech P4 TG4 de 30mm de espesor deja 0,8 mm de separación.



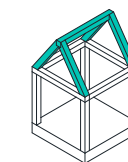
El superPan Tech P5 tiene las mismas propiedades en las dos direcciones principales.



CHANTIER - BATIRWOOD



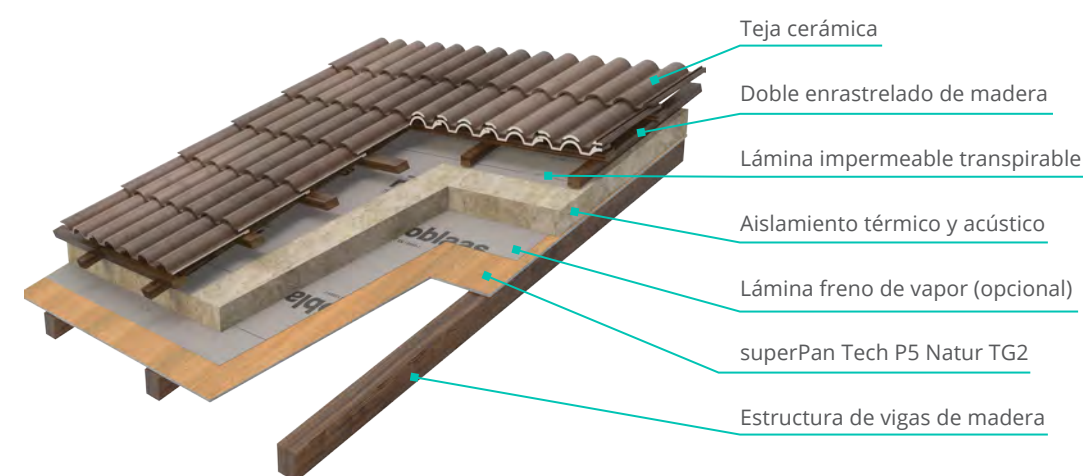
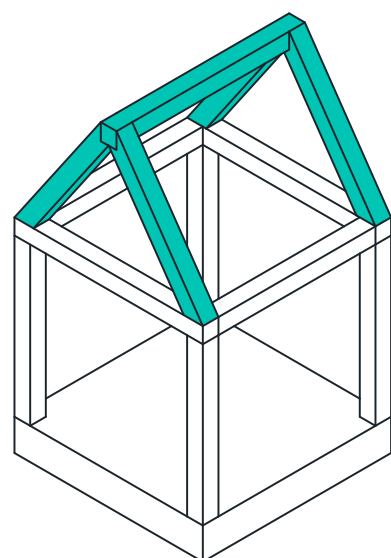
LA CONEXIÓN - MRM ARQUITECTOS



CUBIERTAS INCLINADAS VENTILADAS CON ESTRUCTURA VISTA

DESCRIPCIÓN

Cubierta inclinada con capa de cobertura a base de teja cerámica cocida sobre doble orden de rastreles de madera de pino tratada para clase de riesgo 4 para formación de cámara de aire muy ventilada. Impermeabilizante mediante lámina impermeable transpirable con un factor de resistencia a la difusión de vapor $\mu \leq 37$ sobre capa continua de aislamiento térmico y acústico a base de lana mineral de alta densidad ($\lambda \leq 0,036$ W/m-K ; $\rho \geq 95$ kg/m³). Superficie de soporte a base de tablero superPan Tech P5 de 19 mm sobre estructura portante vista de madera. Lámina freno de vapor entre tablero y aislamiento.



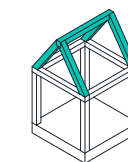
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

CAPA	ESPESOR (mm)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA λ (W/mK)	FACTOR DE RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN DE VAPOR (μ)	Densidad ρ (kg/m ³)	Peso (kN/m ²)	Calor Específico C (J/kg·K)	Clase de reacción al fuego
A. Teja cerámica	100	1 ⁽²⁾	30 ⁽²⁾	2.000 ⁽²⁾	0,5 ⁽³⁾	800 ⁽²⁾	A1
B. Doble enrastrelado de madera	30 + 50	0,13 ⁽²⁾	20 ⁽²⁾	430 ⁽²⁾	0,03	1.600 ⁽²⁾	D
C. Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	37	343	1,85 · 10 ⁻³	1.700	E
D. Aislamiento a base de lana de roca de doble densidad ($\lambda \leq 0,036$ W/m-K ; $\rho \geq 95$ kg/m ³)	105 160 200	0,036	1 ⁽²⁾	95 - 105 ⁽¹⁾	0,11 - 0,19	840 ⁽²⁾	A1
E. Lámina freno de vapor	0,42	0,22	42.800	238	1,00 · 10 ⁻³	1.700	E
F. Tablero superPan Tech P5	19	0,14	66	720	0,14	1700	D-s2,d0
G. Estructura de madera	-	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾ Densidad variable según espesor: densidad capa superior: 150 kg/m³ - densidad capa inferior: 95 kg/m³

⁽²⁾ Fuente: CTE Catálogo de elementos constructivos

⁽³⁾ Fuente: CTE DB SE-AE



CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN

		ESPESOR AISLAMIENTO (mm)		
		105	160	200
ESPESOR TOTAL	mm	305	360	400
PESO	kN/m ²	0,78	0,83	0,86
MASA	kg/m ²	78,00	83,77	87,97
TRANSMITANCIA TÉRMICA (U)	W/m ² K	0,305	0,208	0,169
DESFASE TÉRMICO	h	5,23	7,08	8,31
AMORTIGUAMIENTO DE LA ONDA TÉRMICA	%	74%	84%	88%
ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA	dBA	36,41	36,92	37,28
PRECIO UNITARIO MATERIALES (CUBIERTA DE VIGAS DE MADERA NO INCLUIDA)	€/m ²	54,15	66,80	76,00

RENDIMIENTOS

CAPA	RENDIMIENTO
TEJA O PIZARRA	Según fabricante
RASTREL DE MADERA	6,1 m ² /m ²
LÁMINA IMPERMEABLE TRANSPIRABLE	1,1 m ² /m ²
AISLAMIENTO	1,0 m ² /m ²
LÁMINA FRENO DE VAPOR	1,1 m ² /m ²
TABLERO SUPERPAN TECH P5	1,0 m ² /m ²
ESTRUCTURA DE MADERA	Según cálculo estructural

CONSEJOS

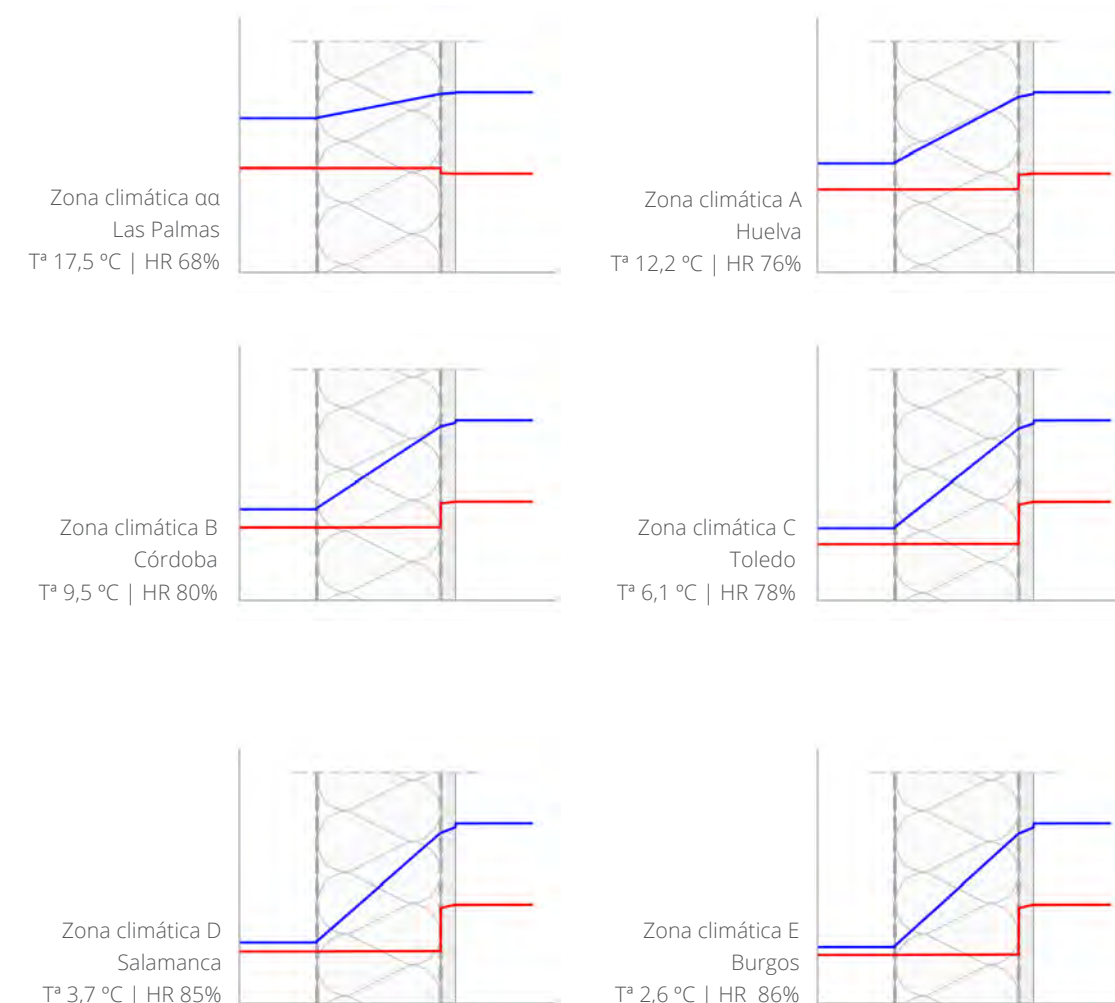
- Coloca siempre el freno o la barrera de vapor en la cara caliente del aislamiento para evitar condensaciones intersticiales.
- La instalación del doble rastrel es fundamental para que la cámara bajo teja esté bien ventilada.
- Coloca el rastrel inferior en paralelo a la pendiente para evitar la acumulación de agua en caso de infiltraciones.
- Si utilizas un aislamiento de menor densidad puedes disponer un tablero adicional sobre el mismo para evitar el aplastamiento durante la instalación.

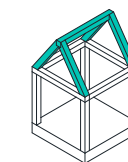
- Sustituye el tablero superPan Tech por superPan VapourStop para prescindir de la lámina freno de vapor gracias a su elevada resistencia a la difusión del vapor de agua.
- Al quedar vista la estructura principal, la resistencia al fuego de esta solución de cubierta depende de la escuadría de las vigas. El cálculo estructural te dirá la sección necesaria para resistir los minutos exigidos por la normativa.

ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para un espesor de aislamiento de 160 mm. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

- Presión de vapor de saturación
- Presión de vapor





PREDIMENSIONADO DE CUBIERTAS INCLINADAS VENTILADAS CON ESTRUCTURA VISTA

CUBIERTAS INCLINADAS VENTILADAS CON ESTRUCTURA VISTA				
Inclinación	°	15-35		
G_k	kN/m ²	0,86		
$q_{uso,k}$	kN/m ²	0,40		
$q_{nieve,k}$	kN/m ²	0,50	1,00	
$q_{viento,k}$	kN/m ²	1,00	1,00	
L_1 (m)	L_2 (m)			
3,50	625	Tablero	superPan Tech P5 Natur TG2 2495x1230x19mm	superPan Tech P5 Natur TG2 2495x1230x19mm
		Vigas	GL24h 100x140	GL24h 100x160
	833	Tablero	superPan Tech P5 Natur TG2 2500x1200x26mm	superPan Tech P5 Natur TG2 2500x1200x26mm
		Vigas	GL24h 100x160	GL24h 100x160
5,00	625	Tablero	superPan Tech P5 Natur TG2 2495x1230x19mm	superPan Tech P5 Natur TG2 2495x1230x19mm
		Vigas	GL24h 120x200	GL24h 120x200
	833	Tablero	superPan Tech P5 Natur TG2 2500x1200x26mm	superPan Tech P5 Natur TG2 2500x1200x26mm
		Vigas	GL24h 120x240	GL24h 120x240
7,00	625	Tablero	superPan Tech P5 Natur TG2 2495x1230x19mm	superPan Tech P5 Natur TG2 2495x1230x19mm
		Vigas	GL24h 120x280	GL24h 120x280
	833	Tablero	superPan Tech P5 Natur TG2 2500x1200x26mm	superPan Tech P5 Natur TG2 2500x1200x26mm
		Vigas	GL24h 120x320	GL24h 120x320
11,00	625	Tablero	superPan Tech P5 Natur TG2 2495x1230x19mm	superPan Tech P5 Natur TG2 2495x1230x19mm
		Vigas	GL24h 160x400	GL24h 160x400
	833	Tablero	superPan Tech P5 Natur TG2 2500x1200x26mm	superPan Tech P5 Natur TG2 2500x1200x26mm
		Vigas	GL24h 160x440	GL24h 160x440

* L_1 : Longitud de pares

* L_2 : Separación entre pares

Formatos NO ESTÁNDAR: pedido mínimo 1.400m²

DATOS

Madera laminada GL24h

SuperPan Tech P5 natur L= 2500 mm

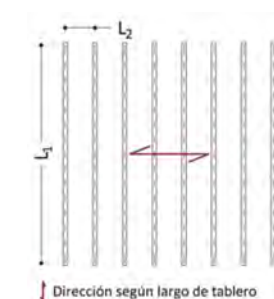
Clase de servicio 1

Fuego R30 (3 caras)

ELS_{int}: L/300

$L_2 = 625 \text{ mm} / 833 \text{ mm}$

Únicamente se evalúan cargas uniformemente repartidas.



Dirección según largo de tablero

EXPLICACIÓN DE LA TABLA DE CUBIERTAS INCLINADAS VENTILADAS CON ESTRUCTURA VISTA

Nota: Se consideran los casos de cubierta inclinada. La estructura queda vista y por tanto con una exigencia a fuego de 30 minutos.

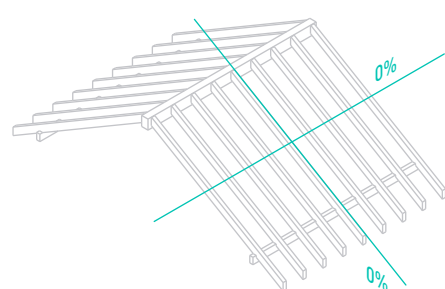
- Acciones permanentes: 0.86 kNm² (Acabado cubierta inclinada)
- Nieve: Válido para cualquier localidad de España inferior a 1000 m.s.n.m.
- Viento: En cubiertas inclinada se supone una carga de 1 kN/m²
- Sistema: 1 orden con vigas biapoyadas y vistas en una dirección.
- Separación de viguetas de 625mm y 833mm.
- Las longitudes de las vigas varían entre 3.50m, 5.00m, 7.00m y 11m.



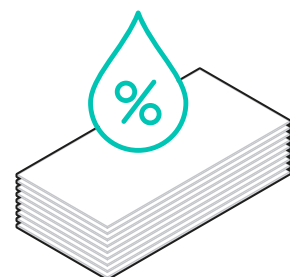
LA CONEXIÓN - MRM ARQUITECTOS

RECOMENDACIONES

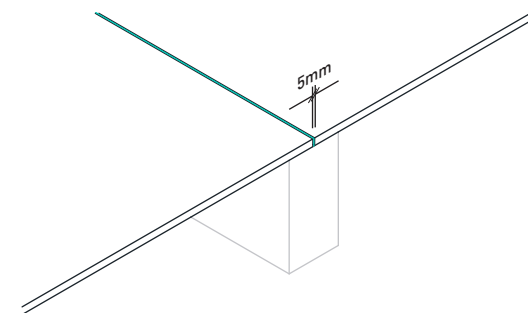
ACONDICIONAMIENTO



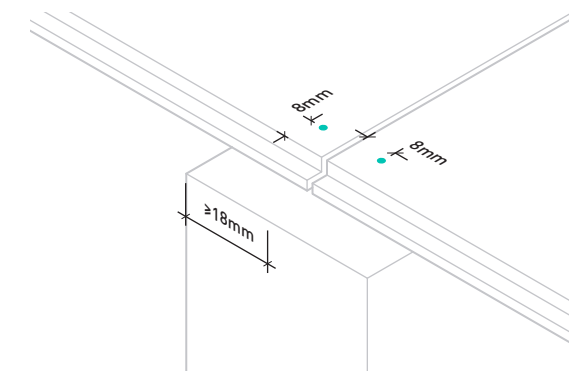
Comprobar que la estructura esté perfectamente nivelada antes de la colocación del tablero.



Acondicionar el contenido de humedad de las vigas antes de instalar el tablero.

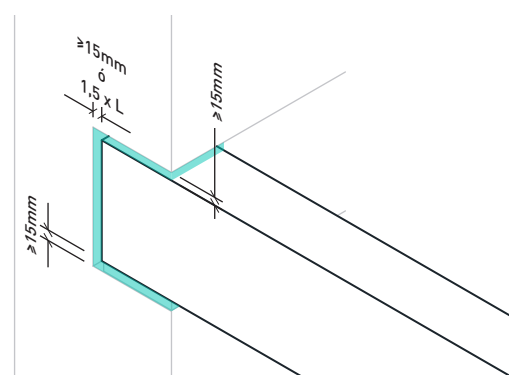


Separación entre las testas de los diferentes tableros superPan Tech P5 Natur ha de ser de 5mm.

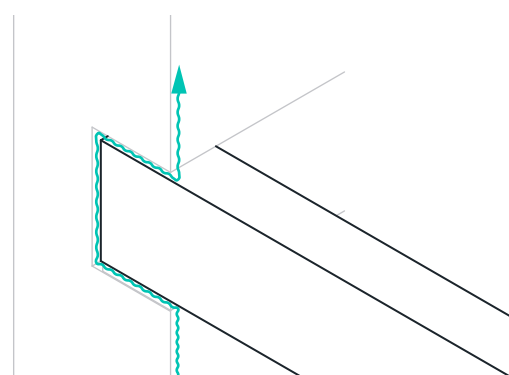


Separar al menos 8mm los tirafondos del borde del superPan Tech P5 Natur y apoyar este un mínimo de 18mm sobre las viguetas inferiores.

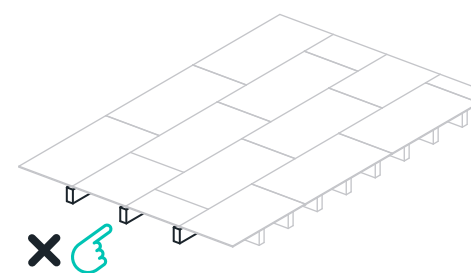
INSTALACIÓN



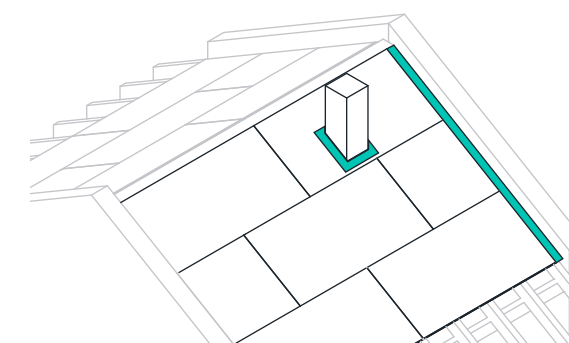
Dejar siempre una holgura perimetral y con elementos pasantes de 15mm ó 1,5xL(m).



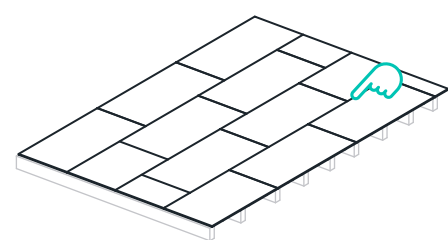
Se recomienda permitir la ventilación de todos los elementos de madera dejando una separación de, al menos, 15mm en los apoyos de vigas o viguetas.



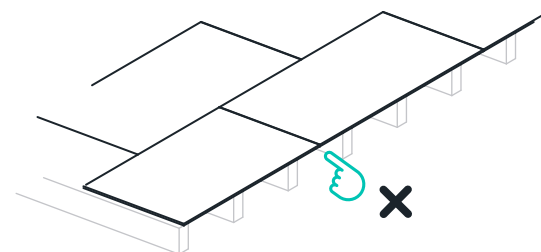
Los cantos longitudinales del superPan Tech P5 Natur TG2 están machihembrados, por lo que no es necesario disponer de apoyos longitudinales.



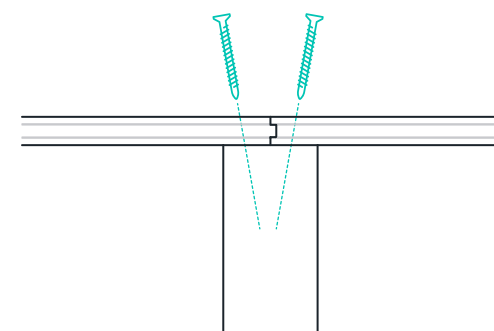
Dejar siempre una holgura perimetral y con elementos pasantes de 15mm ó 1,5xL(m).



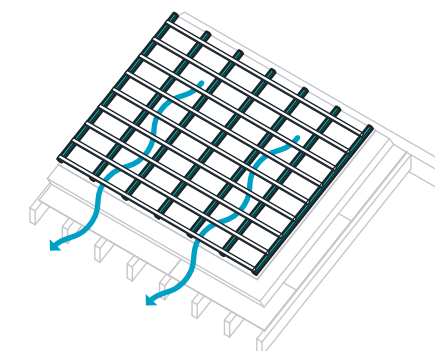
Siempre han de alternarse las juntas de las testas de los tableros (colocación a matajuntas).



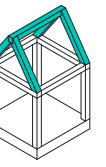
Los lados menores de los tableros SIEMPRE deben ir apoyados sobre las vigas.



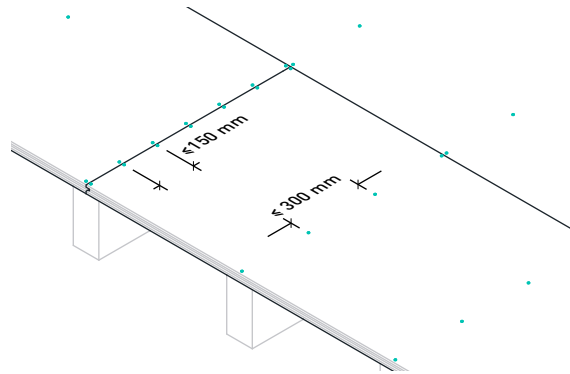
Se recomienda colocar los tirafondos con una cierta inclinación en contra de la testa del tablero.



El orden inferior de rastreles debe disponerse en el sentido de la máxima pendiente para favorecer la escorrentía en caso de ocurrir.



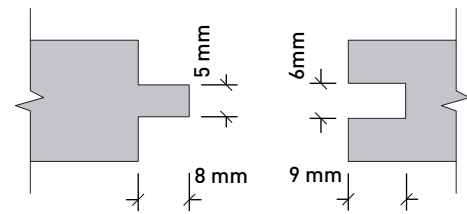
ACONDICIONAMIENTO



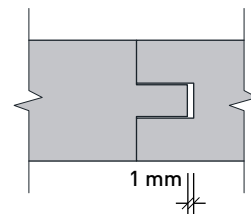
Separar una distancia menor a 150mm los tirafondos en las testas del superPan Tech P5 Natur, y una distancia menor a 300mm sobre cada viga intermedia.

DETALLES

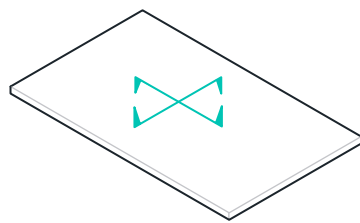
superPan
TECH P5 NATUR TG2



Detalle machihembrado superPan Tech P5 Natur TG2

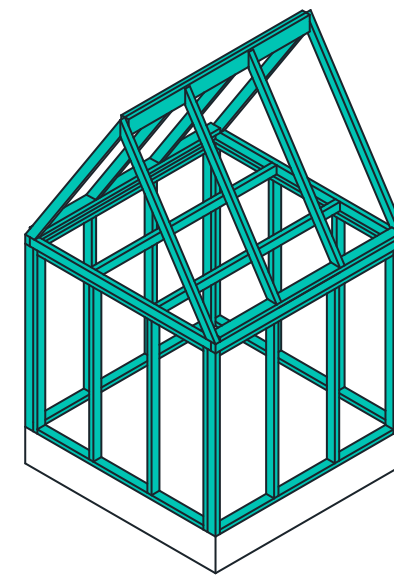


Junta a tope. El propio machihembrado del superPan Tech Natur TG2 deja 1 mm de separación.



El superPan Tech P5 tiene las mismas propiedades en las dos direcciones principales.





**ENTRAMADO
LIGERO**



DESCRIPCIÓN

Los sistemas de entramado ligero se basan en la repetición de elementos de madera (montantes, durmientes, testeros, vigas, etc.) Colocados a poca distancia unos de otros y unidos entre sí mediante tirafondos u otros elementos, confiriendo la resistencia transversal al descuadre a un tablero estructural de madera como el SuperPan Tech P5.

Los montantes en el entramado ligero están más juntos y son de menor escuadría que en el entramado pesado. Aunque en el entramado ligero se usará mayor cantidad de madera, no tendrá un uso exclusivo como estructura, sino que formará parte del cerramiento, de las divisiones interiores.

PROS

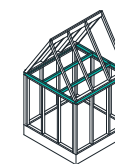
- Permite un incremento de superficie útil al poder disponer el aislamiento en el mismo plano que la estructura.
- Permite un alto grado de prefabricación.
- Alta velocidad de construcción.
- Control de ejecución sencillo.

CONTRAS

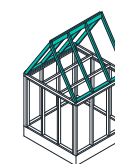
- Para realizar grandes luces hay que combinarlo con otros sistemas que no permiten la prefabricación.
- Si no se prefabrica requiere una mano de obra especializada y un control de ejecución intenso.



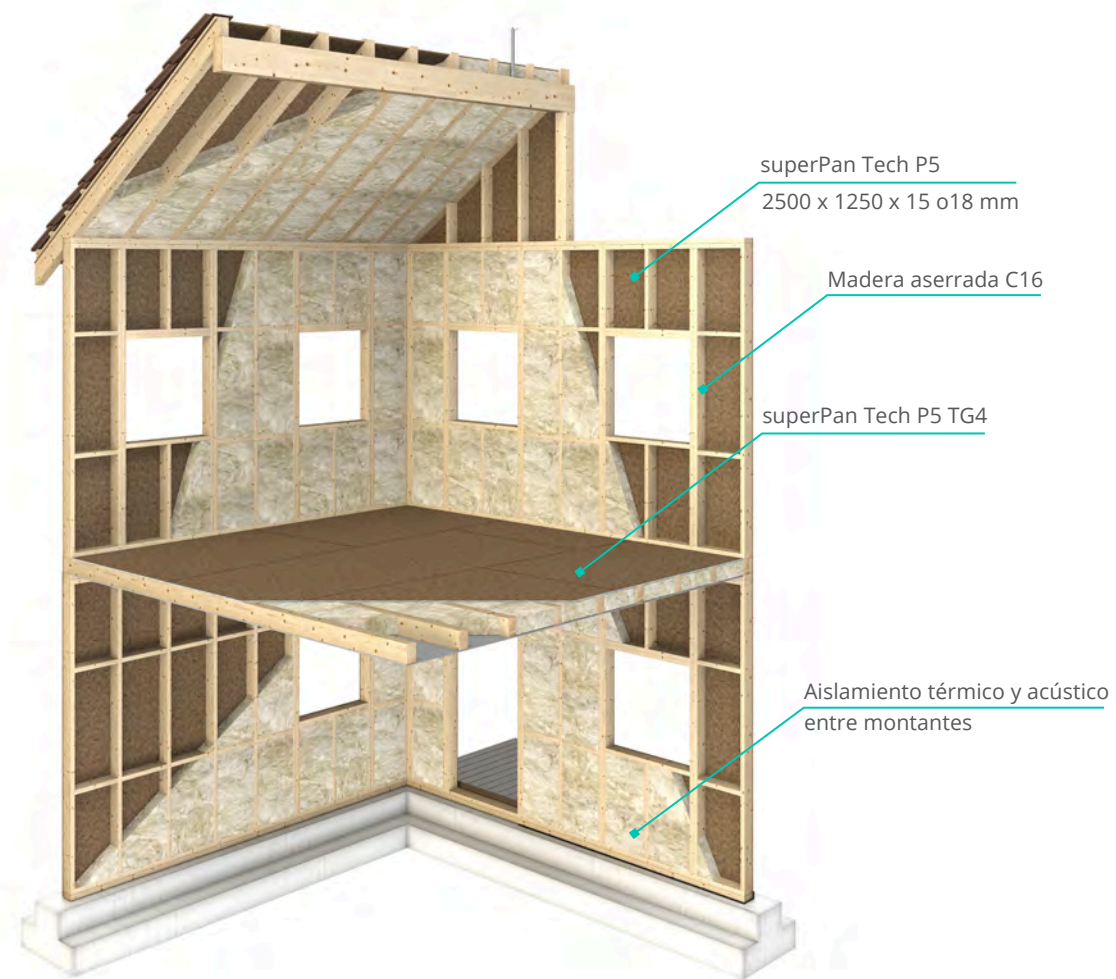
MUROS



FORJADOS



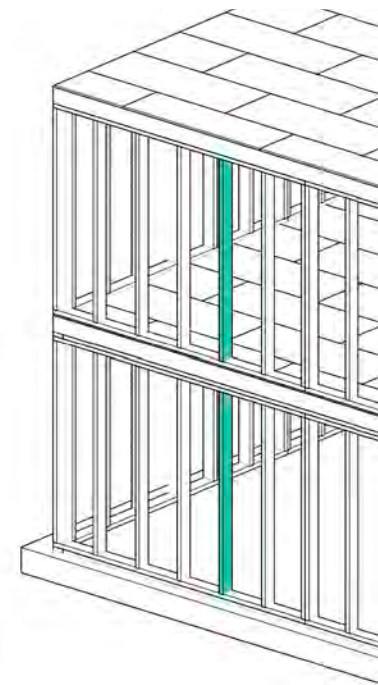
CUBIERTAS



SISTEMAS DE ENTRAMADO

PLATFORM FRAME VS. BALLOON FRAME

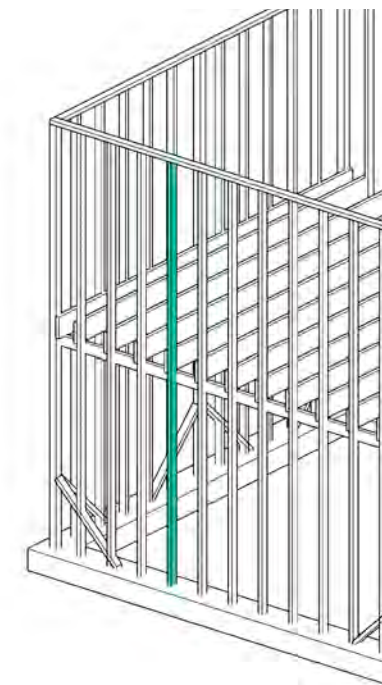
Existen otros sistemas de entramado, son principalmente sistemas mixtos entre los anteriores o sistemas que aprovechan la nueva tecnología de materiales en madera para solventar partes específicas de la estructura, aunque los sistemas de **balloon frame** y **platform frame** son, con diferencia, los más utilizados.



PLATFORM FRAME

El entramado de muro se forma por separado en cada planta, sobre los que se colocan las plataformas de forjado, y sobre estas un nuevo paño de entramado para la siguiente planta.

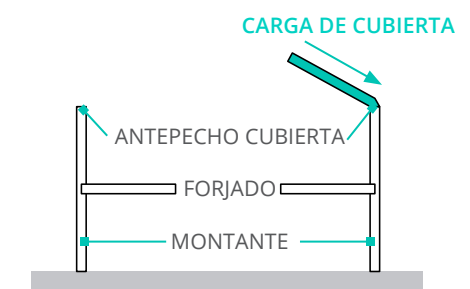
- Posibilidad de elevar los paramentos sin necesidad de maquinaria de elevación pesada.
- Mayor resistencia al fuego.
- Mayor eficiencia en el montaje.
- Mejor comportamiento sísmico.



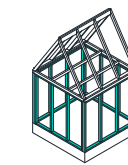
BALLOON FRAME

Los montantes con los que se forman los muros se extienden en toda la longitud del edificio de forma continua, y los forjados se unen a los laterales de estos.

- La continuidad de los montantes es esencial para la resistencia del muro.

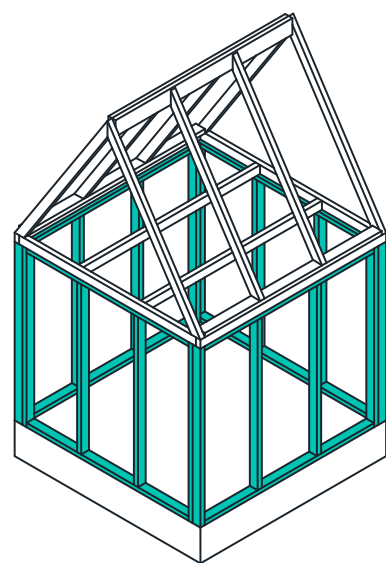
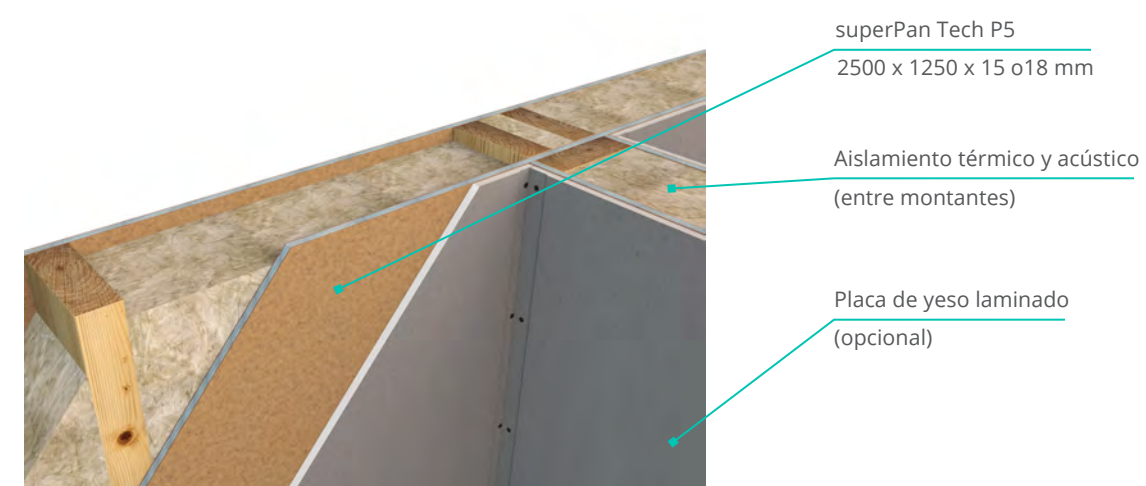


- Puede evitarse la propagación de incendios con elementos auxiliares.
- Pueden usarse las cavidades proporcionadas por los montantes para el paso de instalaciones.
- Menor efecto de contracción en las vigas de borde.



MUROS EN ENTRAMADO LIGERO

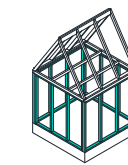
DESCRIPCIÓN



ENTRAMADO LIGERO

MUROS





MUROS EXTERIORES				
Separación montantes (mm)		417	625	
q _{uso} ,k (kN/m ²)		2,00	2,00	
P	S (m)	F _d (kN)		
0	<5	10,2	50x110	50x135 60x125
0	<8	16,3	50x120 60x110	50x140 60x130
1	<5	22,7	50x130 60x120	50x150 60x140
1	<8	36,4	50x140 60x130	50x165 60x155
2	<5	35,3	50x140 60x130	50x165 60x150
2	<8	56,5	50x155 60x145	50x190 60x175

MUROS INTERIORES				
Separación montantes (mm)		417	625	
q _{uso} ,k (kN/m ²)		2,00	2,00	
P	S (m)	F _d (kN)		
0	<5	20,4	50x110 60x100	50x130 60x120
0	<8	32,6	50x120 60x115	50x145 60x135
1	<5	45,5	50x140 60x130	50x160 60x145
1	<8	72,8	50x165 60x150	75x200 ⁽¹⁾
2	<5	70,6	50x160 60x150	75x200 ⁽¹⁾
2	<8	113,0	80x200 ⁽¹⁾	-

* S : Franja de carga

* P : Plantas por encima

* La carga para muros exteriores es la mitad que para muros interiores.

⁽¹⁾ Con cargas elevadas el fallo se produce por compresión perpendicular.

DATOS

Madera aserrada tipo C16

Duración media de la combinación

Clase de servicio 1

Altura de planta ≤ 3.00 m. Tablero por ambos lados.

Cargas consideradas

Acabado cubierta ≤ 1.56 kN/m²

Acabado forjado ≤ 1.56 kN/m²

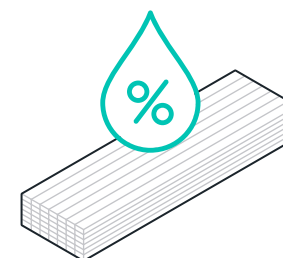
Sobrecarga de nieve ≤ 1.00 kN/m²

Sobrecarga uso forjado = 2.00 kN/m²

Dimensionado para cargas gravitatorias y muros exteriores con viento perpendicular de 1kN/m²

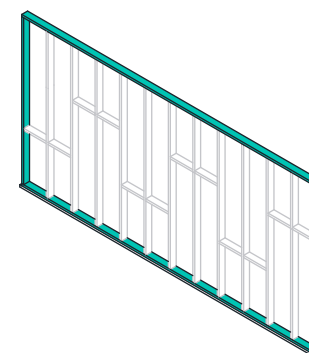
RECOMENDACIONES

ACONDICIONAMIENTO

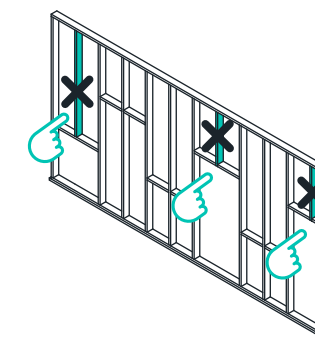


Todos los montantes deben estar acondicionados con la humedad ambiental antes de instalar el tablero.

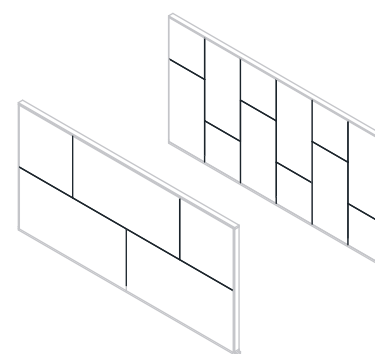
CONSTRUCCIÓN



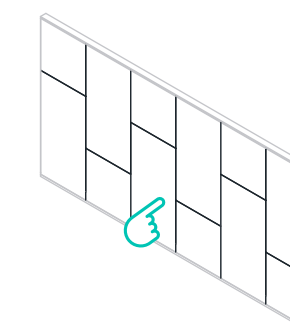
Disponer montantes en todo el perímetro de los tableros en todos los muros estructurales.



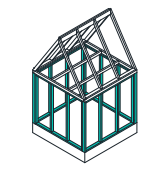
Colocar SIEMPRE los montantes en toda la altura del muro en todos los muros estructurales.



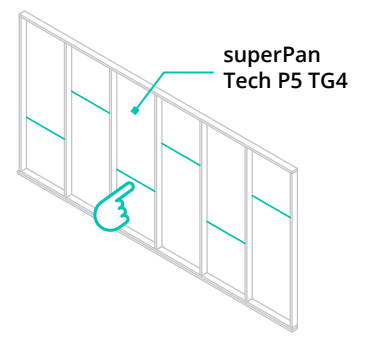
Los tableros pueden ser colocados tanto en sentido horizontal como en sentido vertical tanto en los muros estructurales como en los no estructurales.



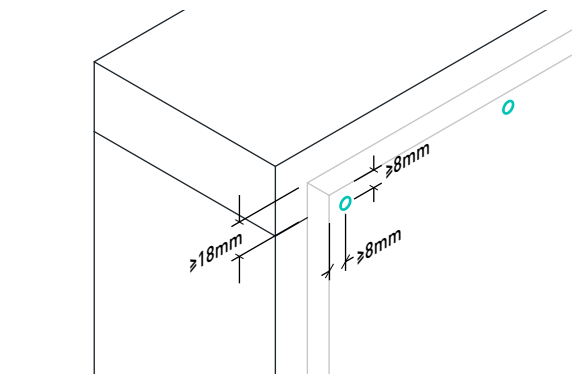
En caso de necesitar más de un tablero para completar la altura del muro colocar siempre a matajuntas.



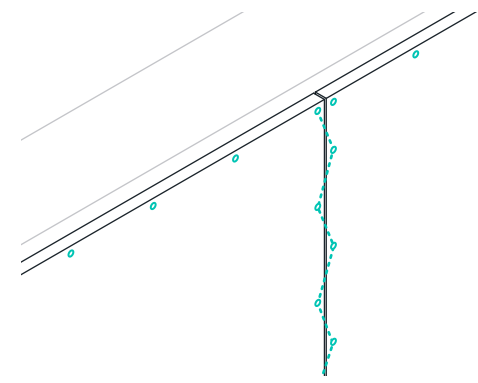
CONSTRUCCIÓN



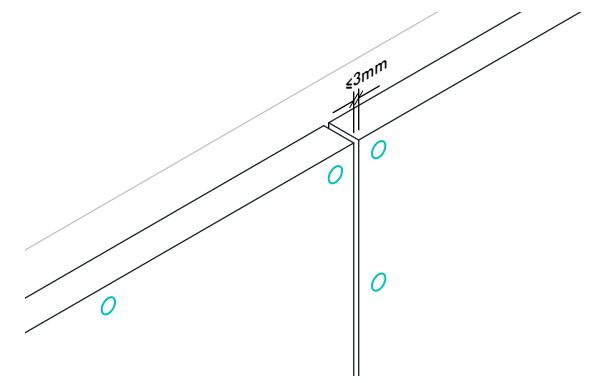
En los encuentros transversales de los muros NO ESTRUCTURALES no es necesario disponer listones en los encuentros horizontales siempre que se opte por un superPan Tech P5 TG4.



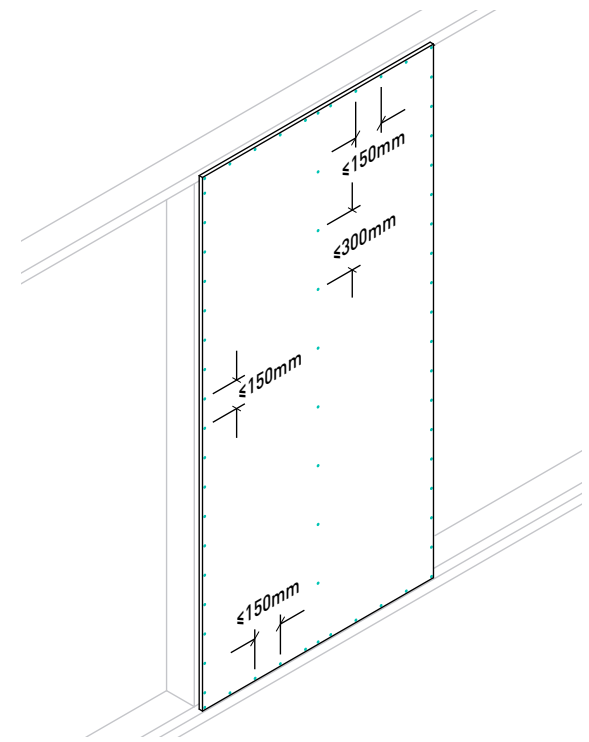
Separar al menos 8mm los tirafondos del borde del superPan Tech P5 TG4 y apoyar este un mínimo de 18mm sobre las viguetas inferiores.



Se recomienda realizar el cosido de los paneles colocando los tornillos en zig-zag.

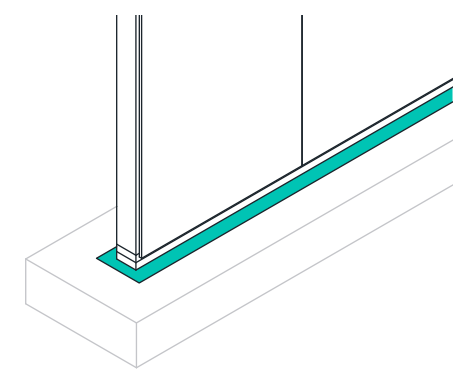


Dejar una junta de expansión de al menos 3mm entre tableros.

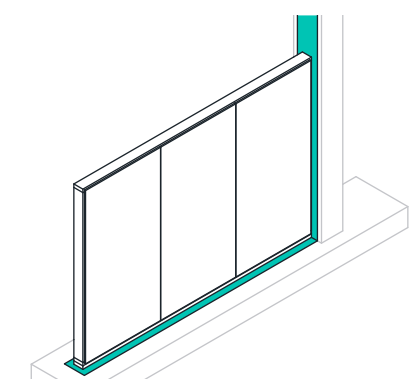


Separaciones máximas entre tornillos en muros estructurales.

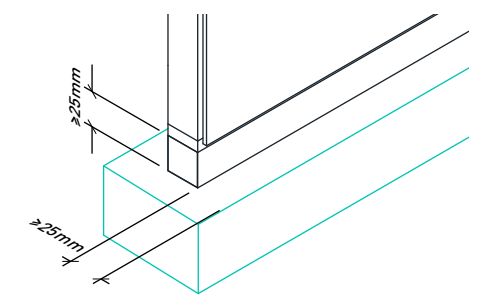
INSTALACIÓN



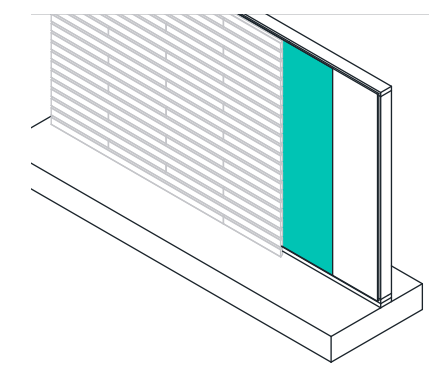
Separar mediante una lámina impermeable la estructura de madera de cualquier elemento que le pueda transmitir humedad por capilaridad.



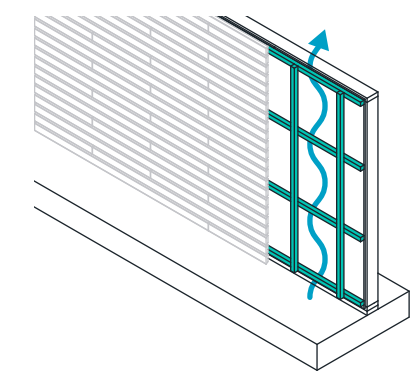
Han de disponerse bandas bituminosas para evitar el contacto con superficies que puedan transmitir humedad por capilaridad tanto horizontales como verticales.



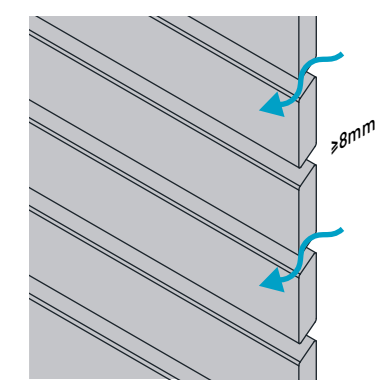
Mantener una separación de, al menos, 25mm desde el arranque del muro hasta el tablero y, al menos, 25mm desde el remate de la pieza de madera hasta el terreno.



Es imprescindible disponer de una lámina impermeable transpirable para proteger el superPan Tech P5 de los efectos de la intemperie.

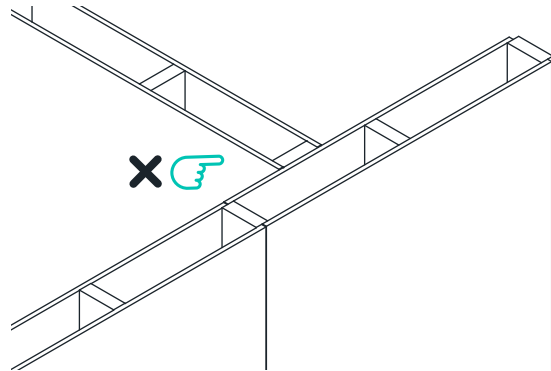


Se recomienda crear un espacio ventilado entre la cara exterior de la lámina impermeable transpirable que protege el tablero y la capa de revestimiento.

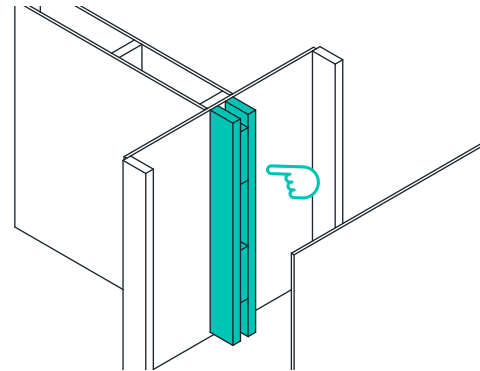


Se recomienda permitir la ventilación de todos los elementos de madera dejando una separación de al menos 8mm entre las lamas del Finsa ThermoPine.

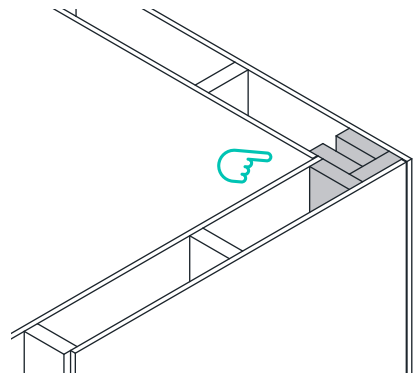
ENCUENTROS



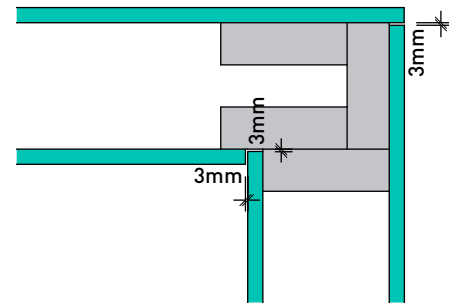
No ejecutar uniones en T sin macizar (nunca unir únicamente con el superPan Tech P5).



Prever siempre donde se dispondrán las uniones y macizar el encuentro.



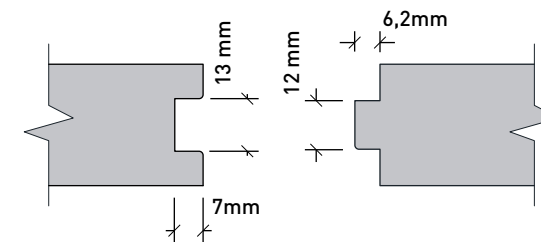
Es imprescindible macizar los encuentros.



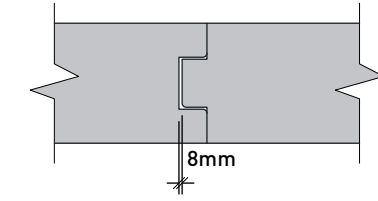
Detalle holuras encuentro en esquinas.

DETALLES

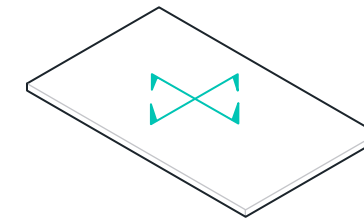
superPan
TECH P4 TG4



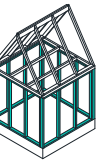
Detalle de machihembrado de superPan Tech P4 TG4 de 30mm de espesor.



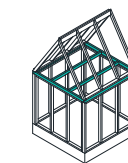
Junta a tope. El propio machihembrado del superPan Tech P4 TG4 de 30mm de espesor deja 0,8 mm de separación.



El superPan Tech P5 tiene las mismas propiedades en las dos direcciones principales.

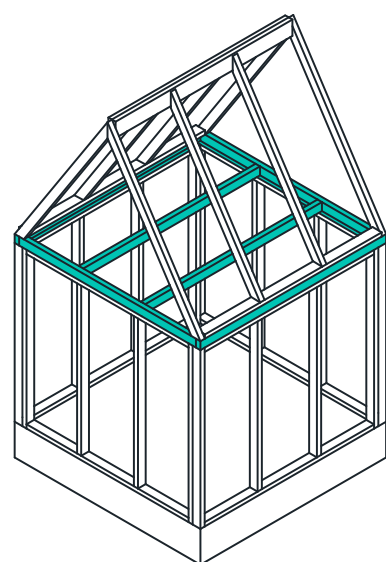
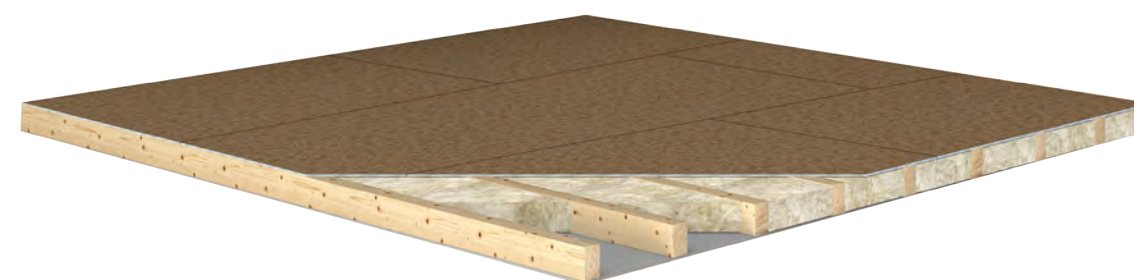


ENTRAMADO
LIGERO
MUROS



FORJADOS EN ENTRAMADO LIGERO

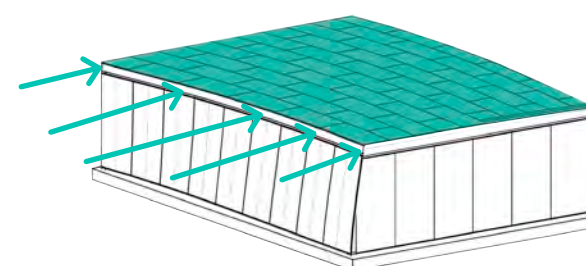
DESCRIPCIÓN



El forjado es el elemento estructural que más percibimos los usuarios. El aislamiento acústico y térmico entre estancias, el confort en cuanto a vibraciones, el paso de instalaciones, son algunos de los aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar estos elementos.

Uno de los más percibidos por los usuarios de una vivienda de madera es la vibración de los forjados. Para evitar esto, el calculista ha de recurrir a índices elevados de flechas de confort que se consiguen mediante el aumento del espesor del forjado (vigas y tableros), reducción de las luces, aumento del arriostamiento, interposición de capas de amortiguación, etc.

Otro aspecto importante es la transmisión de esfuerzos horizontales, especialmente cuando los muros adyacentes tienen grandes luces o grandes vanos, para evitar un desplazamiento de los mismos.



ENTRAMADO LIGERO

FORJADOS

PREDIMENSIONADO DE FORJADOS EN ENTRAMADO LIGERO

FORJADOS			
$G_{k \text{ acabado}}$	kN/m ²	≤1,30	≤1,30
$G_{k \text{ tabiquería}}$	kN/m ²	0,00	1,00
$q_{uso,k}$	kN/m ²	2,00	2,00
L_1 (m)	L_2 (m)		
408	3,50	Tablero	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16mm
		Vigas	C16 70x210
500	3,50	Tablero	superPan Tech P5 TG4 2500x1200x25mm
		Vigas	C16 80x230
510	3,50	Tablero	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19mm
		Vigas	C16 80x220
408	5,00	Tablero	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16mm
		Vigas	C16 80x280
500	5,00	Tablero	superPan Tech P5 TG4 2500x1200x25mm
		Vigas	C16 90x310
510	5,00	Tablero	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19mm
		Vigas	C16 90x300
408	7,00	Tablero	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16mm
		Vigas	GL24h 80x360
500	7,00	Tablero	superPan Tech P5 TG4 2500x1200x25mm
		Vigas	GL24h 110x360
510	7,00	Tablero	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19mm
		Vigas	GL24h 90x360

L_1 : Longitud de vigas

L_2 : Intereje

Formato no estándar: pedido mínimo 1700m²

DATOS

Panel superior superPan Tech P5 TG4 (Largo 2040mm)

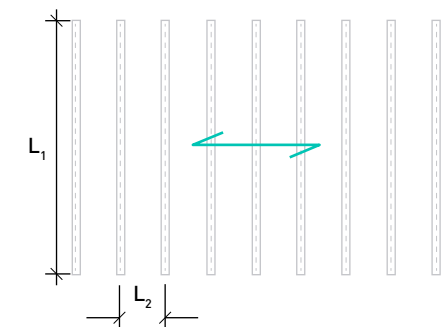
Madera aserrada/laminada (Depende de longitud)

Clase de servicio 1

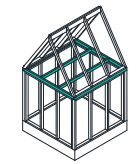
Secciones protegidas del fuego

$L_2=408/510$ mm

$ELS_{int} L/400$



↔ Dirección según largo de tablero



ENTRAMADO
LIGERO
FORJADOS

EXPLICACIÓN DE CÁLCULO DE FORJADOS DE ENTRAMADO LIGERO

ACCIONES PERMANENTES:

1.00 (Acabado sobre tablero)

1.00 kN/m² (Tabiquería / También se considera una opción sin tabiquería)

$$\Psi_0 = 0.7; \Psi_1 = 0.5; \Psi_2 = 0.3$$

ACCIONES VARIABLES:

2.00 kN/m² (Sobrecarga uso en vivienda)

COMPOSICIÓN DEL FORJADO:

Tablero superior superPan Tech P5 TG4

Sistema estructural de 1 orden

NOTA

Para proyectos con un límite de flecha $L/350$ ó $L/300$ puede utilizarse un menor espesor de superPan Tech P5 TG4 .

Falso techo de tablero o cartón yeso que protege a la estructura del fuego.

SISTEMA

1 orden con vigas biapoyadas en una dirección.

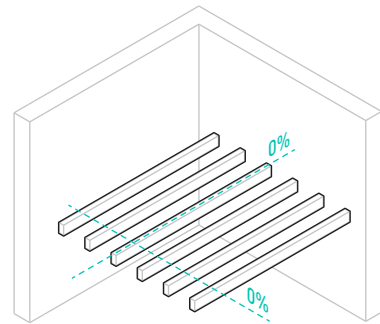
Separación de viguetas de 408mm y 510mm y longitudes de 3.50m, 5.00m y 7.00m.

NOTA

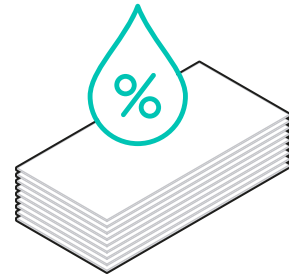
El tablero superPan Tech P5 no tiene garantizada la resistencia a carga concentrada de 2kN, por lo que ha de ser el acabado sobre el tablero que ha de resistir esta carga concentrada en una superficie de 50x50mm.

RECOMENDACIONES

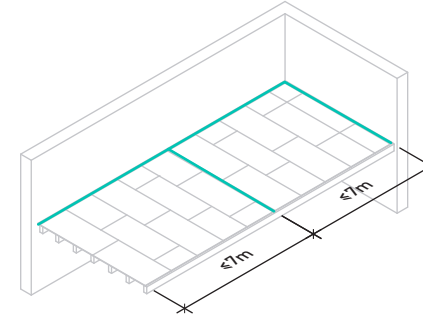
ACONDICIONAMIENTO



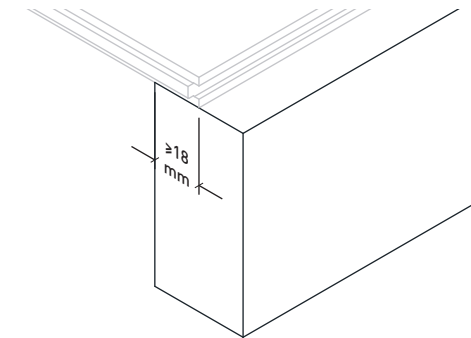
Comprobar que la estructura esté perfectamente nivelada antes de la colocación del tablero.



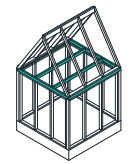
Acondicionar el contenido de humedad de las vigas antes de instalar el tablero.



Cuando los paños de forjado son mayores de 7m deben disponerse juntas de expansión intermedias de 1,5mmxL (Longitud del vano).

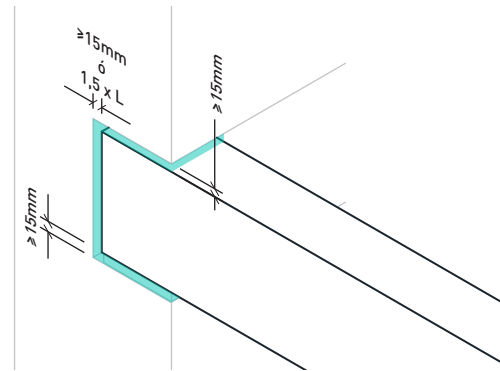


Se recomienda un apoyo mínimo del superPan Tech P5 TG4 sobre las viguetas de 18mm.

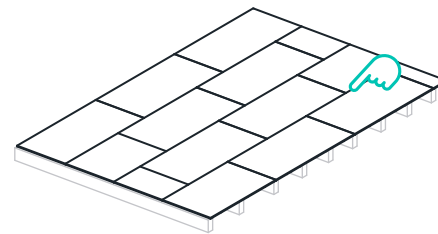


ENTRAMADO
LIGERO
FORJADOS

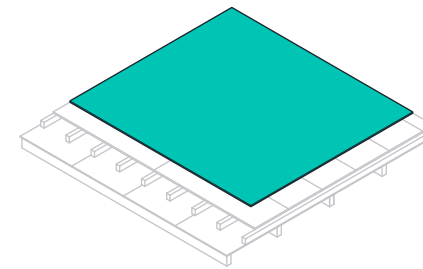
INSTALACIÓN



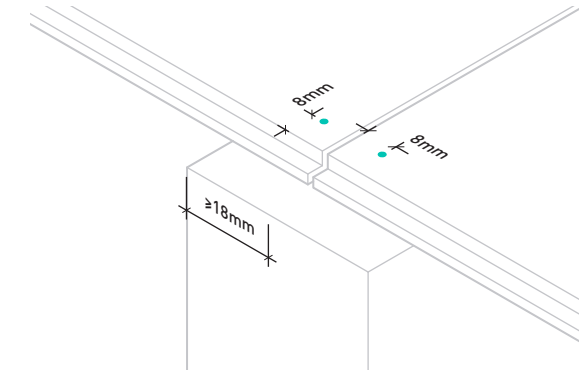
Dejar siempre una holgura perimetral y con elementos pasantes de 15mm ó 1,5mmxL (Longitud del vano).



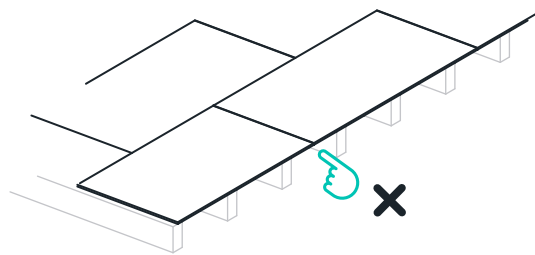
Siempre han de alternarse las juntas de las testas de los tableros (colocación a matajuntas).



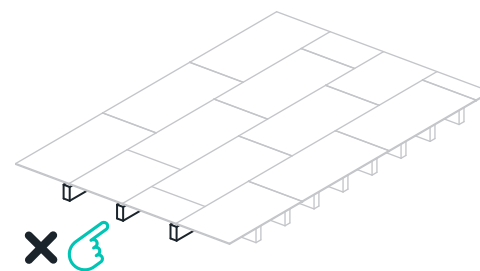
Es imprescindible disponer una lámina impermeable transpirable entre el tablero y cualquier elemento que le pueda transmitir humedad. Especialmente cuando se vaya a ejecutar un forjado húmedo.



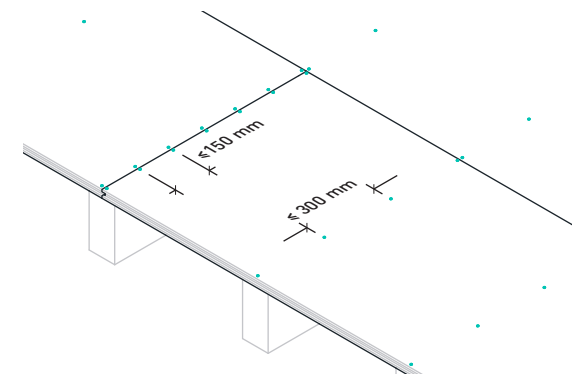
Separar al menos 8mm los tirafondos del borde del superPan Tech P5 TG4 y apoyar éste un mínimo de 18mm sobre las viguetas inferiores.



Los lados menores de los tableros SIEMPRE deben ir apoyados sobre las vigas.



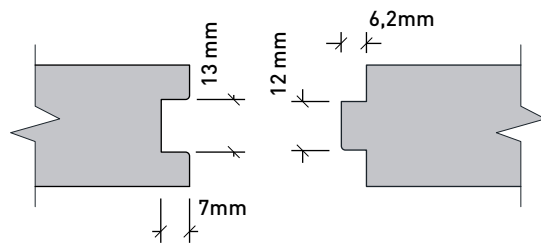
Los cantos longitudinales del superPan Tech P5 TG4 están machihembrados, por lo que no es necesario disponer de apoyos longitudinales.



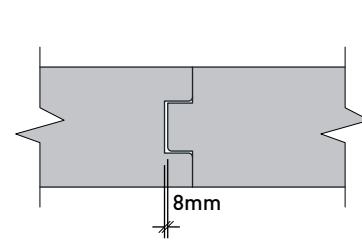
Separar una distancia menor a 150mm los tirafondos en las testas del superPan Tech P5 Natur, y una distancia menor a 300mm sobre cada viga intermedia.

DETALLES

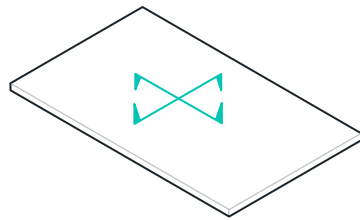
superPan
TECH P4 TG4



Detalle de machihembrado de superPan Tech P4 TG4 de 30mm de espesor.



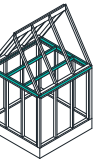
Junta a tope. El propio machihembrado del superPan Tech P4 TG4 de 30mm de espesor deja 0,8 mm de separación.



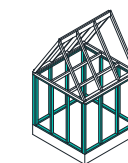
El superPan Tech P5 tiene las mismas propiedades en las dos direcciones principales.



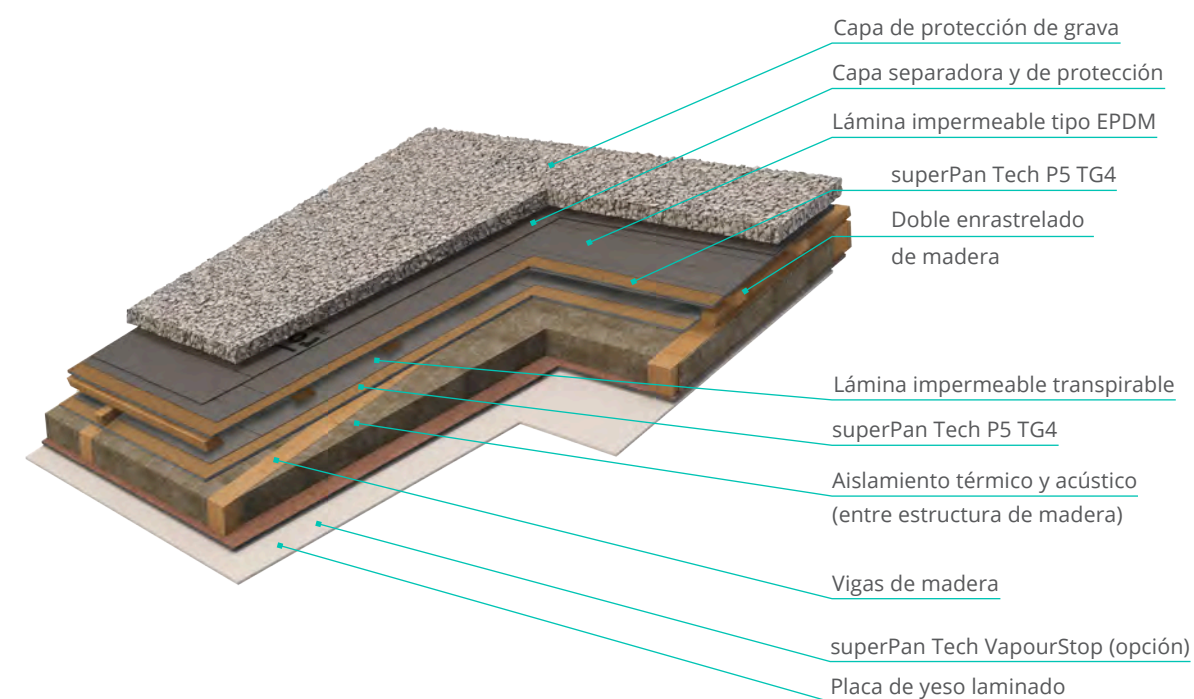
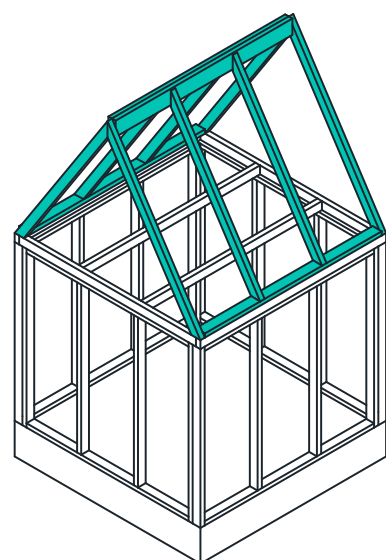
VIVIENDA EN VALDEMORILLO. 100X100MADERA + RC ARQUITECTURA



ENTRAMADO
LIGERO
FORJADOS



CUBIERTAS PLANAS NO TRANSITABLES VENTILADAS CON ESTRUCTURA OCULTA

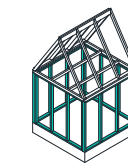


DESCRIPCIÓN

Cubierta plana no transitable, ventilada, con pendiente entre el 1% y el 5%. Capa de protección de grava a base de canto rodado ($\varnothing=20-40$ mm y emán = 50 mm) sobre capa separadora y de protección mecánica. Impermeabilización mediante lámina impermeable tipo EPDM adherida sobre tablero superPan Tech P5 de 19 mm.

Bajo tablero, doble orden de rastreles de madera de pino tratada para clase de riesgo 4 para formación de pendiente y ventilación de cubierta. Lámina impermeable transpirable entre cámara de aire y soporte de cubierta a base de tablero superPan Tech de 19 mm.

Aislamiento térmico y acústico a base de lana mineral entre estructura de vigas de madera. Superficie de soporte y acabado a base de superPan Tech P5 de 19 mm. Lámina freno de vapor entre tableros interiores.



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES							
CAPA	ESPESOR (mm)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA λ (W/Mk)	FACTOR DE RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN DE VAPOR (μ)	Densidad ρ (kg/m ³)	Peso (kN/m ²)	Calor Específico C (J/kg·K)	Clase de reacción al fuego
A. CAPA DE GRAVA	50	2 ⁽²⁾	50 ⁽²⁾	2.200 ⁽²⁾	1,1	1180 ⁽²⁾	B _{ROOF}
B. CAPA SEPARADORA Y DE PROTECCIÓN	0,85	0,22 ⁽²⁾	10000 ⁽²⁾	910 ⁽²⁾	7,74 · 10 ⁻³	1800 ⁽²⁾	F
C. LÁMINA IMPERMEABLE TIPO EPDM	1,5	0,25 ⁽²⁾	6000 ⁽²⁾	1150 ⁽²⁾	0,02	1000 ⁽²⁾	E
D. TABLERO SUPERPAN TECH P5	19	0,14	66	720	0,14	1700	D-s2,d0
E. DOBLE ENRASTRELO DE MADERA	30 + 50	0,13 ⁽²⁾	20 ⁽²⁾	430 ⁽²⁾	0,03	1600 ⁽²⁾	D
F. LÁMINA IMPERMEABLE TRANSPIRABLE	0,54	0,22	22	208	1,10 · 10 ⁻³	1700	E
D. AISLAMIENTO A BASE DE LANA DE ROCA DE DOBLE DENSIDAD ($\lambda \leq 0,036$ W/M·K ; $P \geq 95$ KG/M ³)	105 ----- 160 ----- 200	0,036	1 ⁽²⁾	95 - 105 ⁽¹⁾	0,11 - 0,19	840 ⁽²⁾	A1
H. LÁMINA FRENO DE VAPOR	0,42	0,22	47.619	238	1,00 · 10 ⁻³	1700	E

⁽¹⁾ Densidad variable según espesor: densidad capa superior: 150 kg/m³ - densidad capa inferior: 95 kg/m³ | ⁽²⁾ Fuente: CTE Catálogo de elementos constructivos

CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN

		ESPESOR AISLAMIENTO (mm)		
		105	160	200
ESPESOR TOTAL	mm	315	370	410
PESO	kN/m ²	1,78	1,84	1,89
MASA	kg/m ²	181,34	187,37	192,37
TRANSMITANCIA TÉRMICA (U)	W/m ² ·K	0,278	0,195	0,160
DEFASE TÉRMICO	h	8,03	9,88	11,11
AMORTIGUAMIENTO DE LA ONDA TÉRMICA	%	88%	92%	95%
ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA	dBA	43,94	44,45	44,87
PRECIO UNITARIO MATERIALES (Cubierta de vigas de madera no incluida)	€/m ²	98,08	110,73	119,93

RENDIMIENTOS

CAPA	RENDIMIENTO
CAPA DE GRAVA	1,0 m ² /m ²
CAPA SEPARADORA Y DE PROTECCIÓN	1,1 m ² /m ²
LÁMINA IMPERMEABLE TIPO EPDM	1,1 m ² /m ²
ADHESIVO PARA EPDM	1,5 l/m ²
TABLERO SUPERPAN TECH P5	1,0 m ² /m ²
RASTREL DE MADERA	6,1 m/m ²
LÁMINA IMPERMEABLE TRANSPIRABLE	1,1 m ² /m ²
AISLAMIENTO	1,0 m ² /m ²
LÁMINA FRENO DE VAPOR	1,1 m ² /m ²
ESTRUCTURA DE MADERA	Según cálculo estructural

CONSEJOS

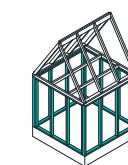
El acabado interior decorativo se puede conseguir mediante un tablero superPan Tech P5 rechapado. También puedes ahorrar un falso techo pintando directamente sobre la superficie lisa y homogénea del superPan Tech P5.

- Puedes plantear una cubierta ajardinada añadiendo una capa filtrante y una de drenaje sobre la lámina impermeable tipo EPDM.
- En una cubierta con estructura metálica la disposición de las capas sería similar.

En construcciones pasivas, bajo el estándar Passivhaus, los tableros superPan Tech P5 o superPan Vapour Stop, con sus juntas selladas correctamente, pueden considerarse la capa continua de hermeticidad al paso del aire.

· Sustituye el tablero superPan Tech por superPan VapourStop para prescindir de la lámina freno de vapor gracias a su elevada resistencia a la difusión del vapor de agua.

· Si el sistema de impermeabilización es no adherido recuerda colocar una capa separadora bajo la capa de impermeabilización. Es fundamental respetar las indicaciones del fabricante para la instalación de la lámina impermeable (fijaciones, solapes,...).

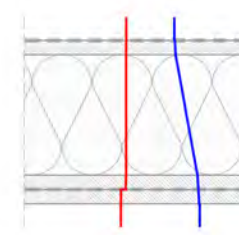


ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

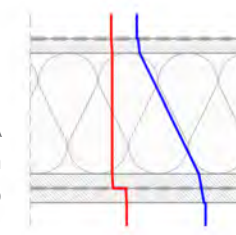
Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para un espesor de aislamiento de 160 mm. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor

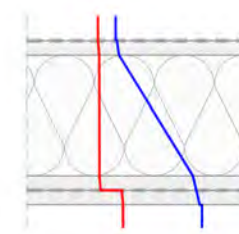
Zona climática α
Las Palmas
Tª 17,5 °C | HR 68%



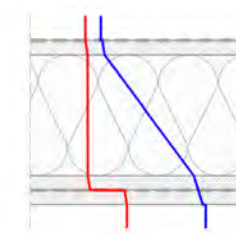
Zona climática A
Huelva
Tª 12,2 °C | HR 76%



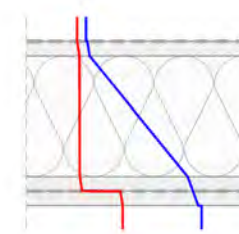
Zona climática B
Córdoba
Tª 9,5 °C | HR 80%



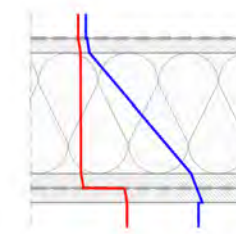
Zona climática C
Toledo
Tª 6,1 °C | HR 78%



Zona climática D
Salamanca
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E
Burgos
Tª 2,6 °C | HR 86%



CASA CACHÓNS - ARROKABE ARQUITECTOS

PREDIMENSIONADO DE CUBIERTAS PLANAS NO TRANSITABLES VENTILADAS CON ESTRUCTURA OCULTA

CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE			
Inclinación (°)	0-5		
G_k (kN/m ²)	≤1,20		
$q_{uso,k}$ (kN/m ²)	1,00		
$q_{nieve,k}$ (kN/m ²)	1,00		
$q_{viento,k}$ (kN/m ²)	0,00		
L_1 (m)	L_2 (m)		
3,50	510	Vigas	C16 70x180
		Tablero inferior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16
		Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19
	680	Vigas	C16 90x180
		Tablero inferior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16
		Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19
5,00	510	Vigas	C16 100x230
		Tablero inferior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16
		Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19
	680	Vigas	C16 120x240
		Tablero inferior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16
		Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19
7,00	510	Vigas	GL24 80x320
		Tablero inferior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16
		Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19
	680	Vigas	GL24 100x320
		Tablero inferior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x16
		Tablero superior	superPan Tech P5 TG4 2040x800x19

* L_1 : Longitud de vigas

* L_2 : Intereje

Formato no estándar: pedido mínimo 1700m²

DATOS

Madera aserrada/laminada

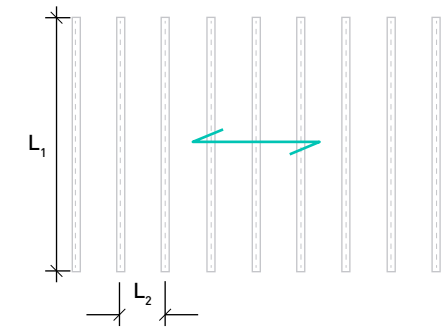
Clase de servicio 1

Secciones protegidas del fuego

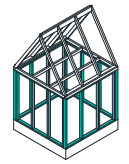
$L_2=600/833$ mm

ELS_{int} L/300

Únicamente se evalúan cargas uniformemente repartidas



↓ Dirección según largo de tablero



ENTRAMADO
LIGERO
CUBIERTAS

EXPLICACIÓN DE CÁLCULO DE CUBIERTAS DE ENTRAMADO LIGERO

NOTA

Se consideran casos de cubierta plana transitable. La estructura está oculta y por tanto se considera protegida del fuego.

ACCIONES PERMANENTES:

Acabado cubierta plana no transitable

1.20 kN/m²

CONSIDERACIONES DE CÁLCULO:

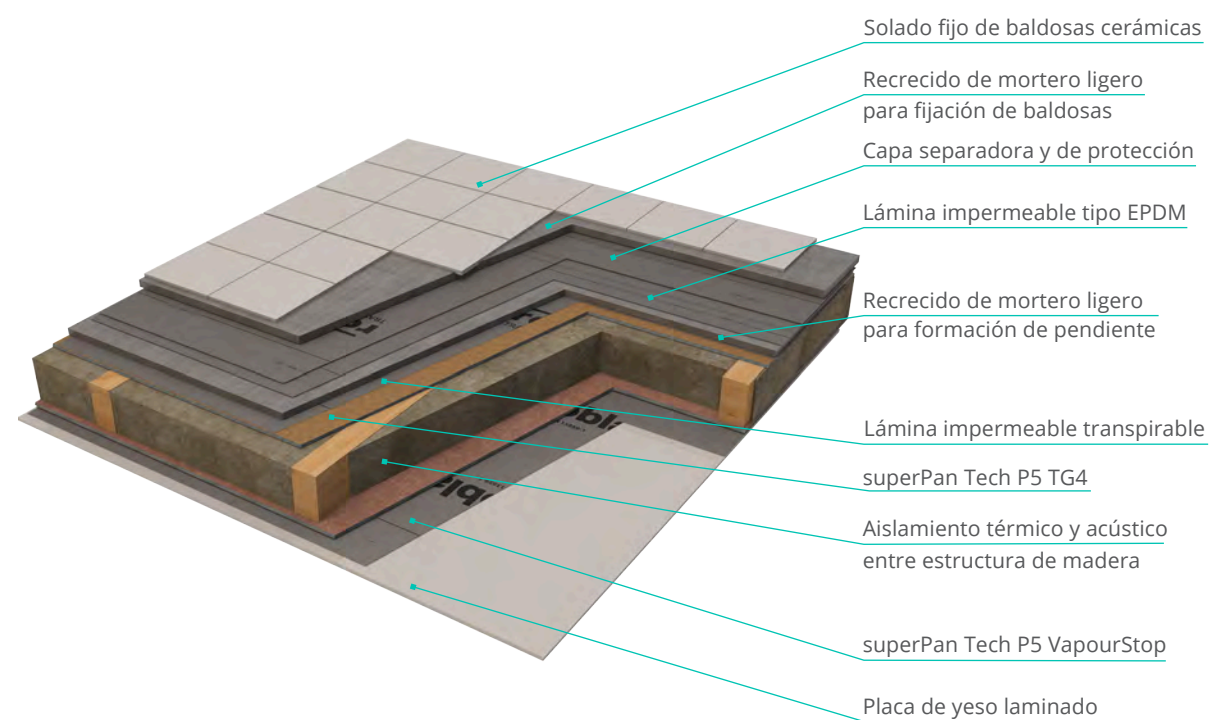
Madera aserrada tipo C16 para luces ≤5m

Madera laminada para luces > 5m

Clase de servicio 1

Estructura protegida del fuego por panel inferior

CUBIERTAS PLANAS TRANSITABLES NO VENTILADAS CON ESTRUCTURA OCULTA



DESCRIPCIÓN

Cubierta plana transitable, no ventilada, con pendiente entre el 1 y el 5%. Acabado a base de solado fijo de baldosas cerámicas fijadas a lecho de mortero ligero mediante cemento-cola sobre capa separadora y de protección mecánica formada por geotextil de polipropileno (PP).

Impermeabilización mediante lámina impermeable tipo EPDM adherida sobre recrecido de mortero ligero de arcilla expandida para formación de pendiente. Lámina impermeable transpirable de resistencia mecánica elevada para protección de la madera sobre tablero superPan Tech de 19 mm.

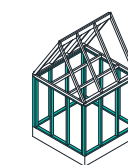
Aislamiento térmico y acústico a base de lana mineral entre estructura de vigas de madera. Superficie de soporte y acabado a base de tablero superPan Tech P5 de 19 mm. Lámina barrera de vapor entre tablero superPan Tech P5 de 19 mm de soporte y tablero de acabado.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

CAPA	ESESOR (mm)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA λ (W/Mk)	FACTOR DE RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN DE VAPOR (μ)	Densidad ρ (kg/m ³)	Peso (kN/m ²)	Calor específico C (J/kg·K)	Clase de reacción al fuego
A. SOLADO FIJO DE BALDOSAS CERÁMICAS	20	1 ⁽²⁾	30 ⁽²⁾	2000 ⁽²⁾	0,39	800 ⁽²⁾	A1 fl
B. RECRECIDO DE MORTERO LIGERO	30	0,41 ⁽²⁾	10 ⁽²⁾	480 ⁽²⁾	0,14	1000 ⁽²⁾	A1
C. CAPA SEPARADORA Y DE PROTECCIÓN	0,85	0,22 ⁽²⁾	10.000 ⁽²⁾	910	0,01	1800 ⁽²⁾	E
D. LÁMINA IMPERMEABLE TIPO EPDM	1,5	0,25 ⁽²⁾	6.000 ⁽²⁾	1150 ⁽²⁾	0,02	1000 ⁽²⁾	E
E. LÁMINA IMPERMEABLE TRANSPIRABLE	1,05	0,22	19	219	2,25 · 10 ⁻³	1700	E
F. TABLERO SUPERPAN TECH P5	19	0,14	66	720	0,14	1700	D-s2,d0
G. AISLAMIENTO A BASE DE LANA DE ROCA DE DOBLE DENSIDAD ENTRE ESTRUCTURA DE MADERA ($\lambda \leq 0,036$ W/M·K; $P \geq 95$ KG/M ³)	105 160 200	0,036	1 ⁽²⁾	95 - 105 ⁽¹⁾	0,11 - 0,19	840 ⁽²⁾	A1
H. LÁMINA BARRERA DE VAPOR	0,15	0,40	535.000	500	0,74 · 10 ⁻³	1800	E

⁽¹⁾ Densidad variable según espesor: densidad capa superior: 150 kg/m³ - densidad capa inferior: 95 kg/m³

⁽²⁾ Fuente: CTE Catálogo de elementos constructivos



CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN

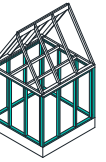
		ESPESOR AISLAMIENTO (mm)		
		105	160	200
ESPESOR TOTAL	mm	246	301	341
PESO	kN/m ²	1,20	1,26	1,31
MASA	kg/m ²	122,62	128,64	133,64
TRANSMITANCIA TÉRMICA (U)	W/m ² ·K	0,269	0,191	0,157
DEFASE TÉRMICO	h	10,20	12,05	13,28
AMORTIGUAMIENTO DE LA ONDA TÉRMICA	%	93%	96%	97%
ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA	dBA	39,67	40,02	40,29
PRECIO UNITARIO MATERIALES (Cubierta de vigas de madera no incluida)	€/m ²	133,39	146,04	155,24

RENDIMIENTOS

CAPA	RENDIMIENTO
SOLADO FIJO DE BALDOSA CERÁMICA	1,0 m ² /m ²
RECRECIDO DE MORTERO LIGERO	1,44 sacos/m ²
CAPA SEPARADORA Y DE PROTECCIÓN	1,1 m ² /m ²
LÁMINA IMPERMEABLE TIPO EPDM	1,1 m ² /m ²
ADHESIVO PARA EPDM	1,5 l/m ²
LÁMINA IMPERMEABLE TRANSPIRABLE	1,1 m ² /m ²
TABLERO SUPERPAN TECH P5	1,0 m ² /m ²
AISLAMIENTO	1,0 m ² /m ²
LÁMINA BARRERA DE VAPOR	1,1 m ² /m ²
ESTRUCTURA DE MADERA	Según cálculo estructural

CONSEJOS

- La colocación de una barrera de vapor (H) es fundamental en esta solución de cubierta para evitar condensaciones intersticiales en climas fríos (zonas climáticas C, D y E).
- Si tu cubierta se encuentra en zona climática A, B o a puedes sustituir la lámina barrera de vapor por una lámina freno de vapor.
- En lugar de colocar una lámina de polietileno tradicional opta por una lámina impermeable transpirable (E.) correctamente fijada entre el mortero de formación de pendiente y el tablero superPan Tech . Proteges el aislamiento, dejas transpirar la cubierta y evitas condensaciones intersticiales indeseadas.
- Si el tablero situado bajo la estructura de madera tiene una resistencia mecánica reducida utiliza fijaciones mecánicas para sujetar el aislamiento.
- Si colocas piedra natural o adoquín como solado puedes sustituir el mortero ligero bajo las baldosas por un lecho de arena.
- Cambia el recrecido de mortero de formación de pendiente por un doble enrastrelado más tablero superPan Tech P5 para conseguir una cubierta ventilada.

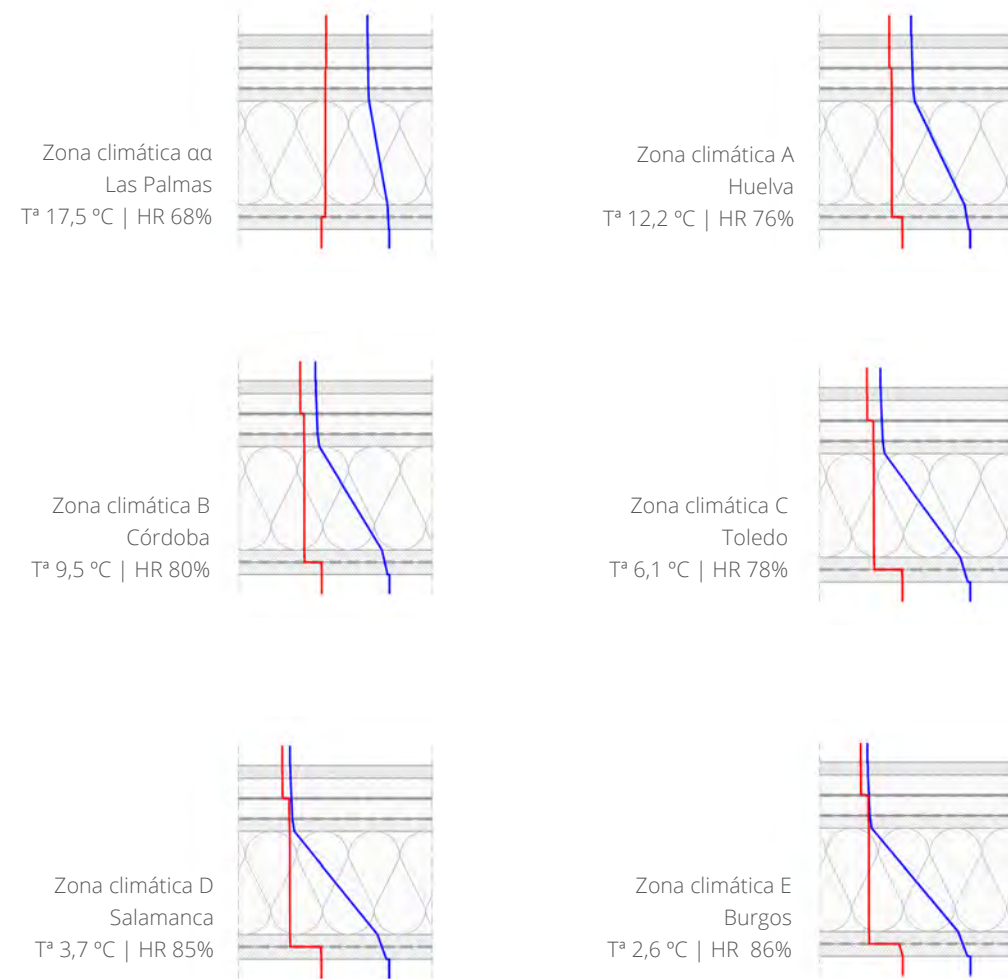


ENTRAMADO
LIGERO
CUBIERTAS

ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para un espesor de aislamiento de 160 mm. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



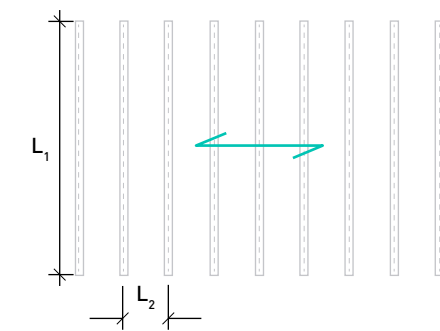
PREDIMENSIONADO DE CUBIERTAS PLANAS TRANSITABLES NO VENTILADAS CON ESTRUCTURA OCULTA

CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE		
Inclinación (°)	0-5	
G_k (kN/m ²)	≤1,56	
$q_{uso,k}$ (kN/m ²)	2,00	
$q_{nieve,k}$ (kN/m ²)	1,00	
$q_{viento,k}$ (kN/m ²)	0,00	
L_1 (m)	L_2 (m)	
3,50	510	Vigas C16 90x200 Tablero estructural superPan Tech P5 TG4 2040x800x19mm
	680	Vigas C16 90x220 Tablero estructural superPan Tech P5 TG4 2500x1200x25mm
5,00	510	Vigas C16 120x260 Tablero estructural superPan Tech P5 TG4 2040x800x19mm
	680	Vigas C16 120x280 Tablero estructural superPan Tech P5 TG4 2500x1200x25mm
7,00	510	Vigas GL24h 100x360 Tablero estructural superPan Tech P5 TG4 2040x800x19mm
	680	Vigas GL24h 120x360 Tablero estructural superPan Tech P5 TG4 2500x1200x25mm

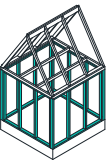
* L_1 : Longitud de pares
* L_2 : Separación entre pares

DATOS

Madera laminada GL24h y C16
Clase de servicio 1
Secciones protegidas del fuego
 $L_2=510$ y 680 mm
ELS_{int} L/300 para vigas y para tablero estructural
Para acabados especialmente sensibles a las deformaciones ha de utilizarse un tablero de mayor espesor para disminuir la deformación. Únicamente se evalúan cargas uniformemente repartidas.



↓ Dirección según largo de tablero



ENTRAMADO
LIGERO
CUBIERTAS

EXPLICACIÓN DE CÁLCULO DE CUBIERTAS DE ENTRAMADO LIGERO

CONSIDERACIONES DE CÁLCULO

NOTA

Se consideran casos de cubierta plana transitable. La estructura está oculta y por tanto se considera protegida del fuego.

· Acciones permanentes:

Acabado cubierta plana transitable **1.56 kN/m²**

· Consideraciones de cálculo

Madera aserrada tipo C16 para luces $\leq 5m$

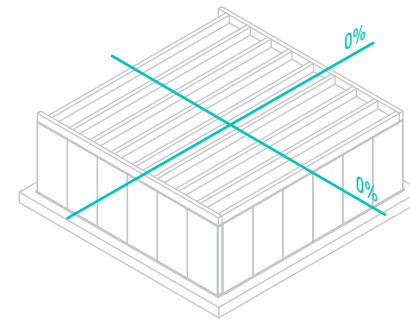
Madera laminada para luces $> 5m$

Clase de servicio 1

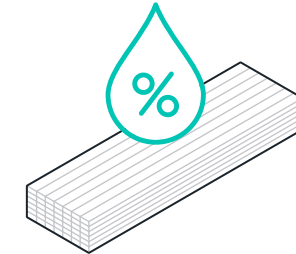
Estructura protegida del fuego por panel inferior.

RECOMENDACIONES DE CUBIERTAS PLANAS

ACONDICIONAMIENTO

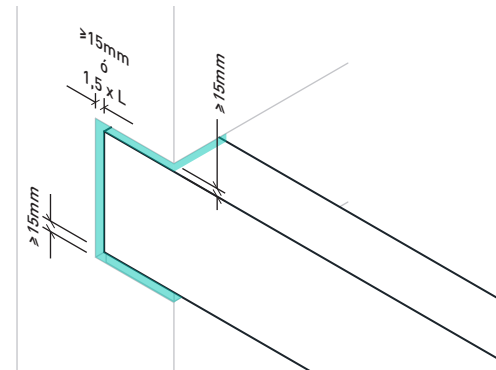


Comprobar que la estructura esté perfectamente nivelada antes de la colocación del forjado.

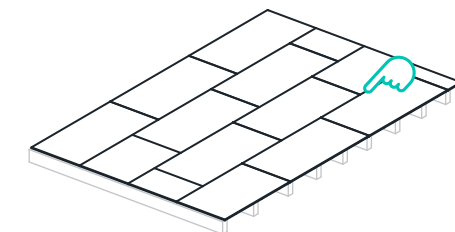


Acondicionar el contenido de humedad de las vigas antes de instalar el tablero.

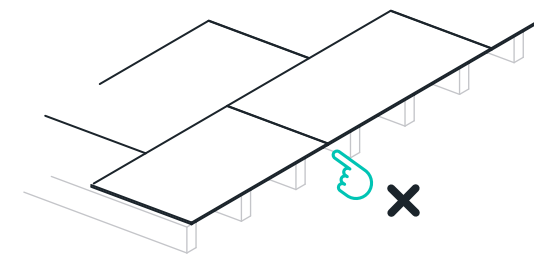
INSTALACIÓN



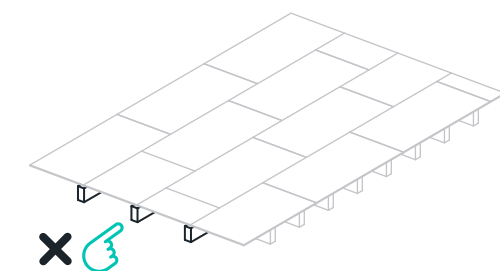
Dejar siempre una holgura perimetral y con elementos pasantes de 15mm ó 1,5xL(m).



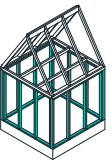
Siempre han de alternarse las juntas de las testas de los tableros (colocación a matajuntas).



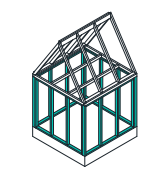
Los lados menores de los tableros SIEMPRE deben ir apoyados sobre las vigas.



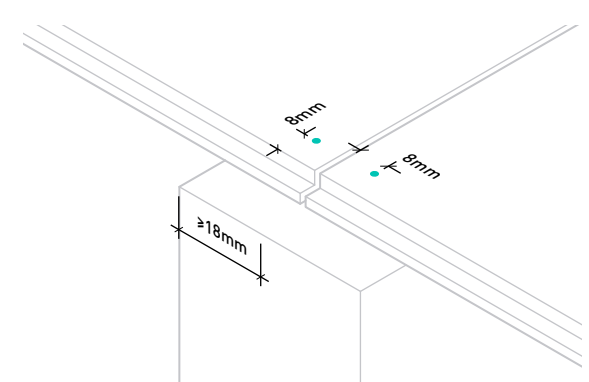
Tanto los cantos longitudinales como los cantos transversales del superPan Tech P5 TG4 están machihembrados, por lo que no es necesario disponer de apoyos longitudinales.



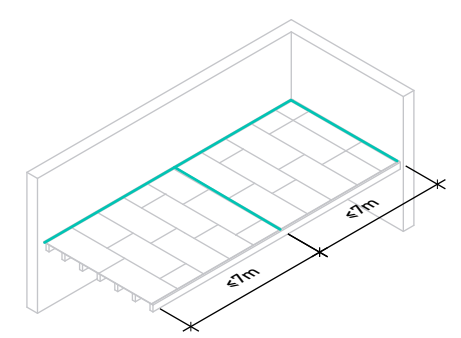
ENTRAMADO
LIGERO
CUBIERTAS



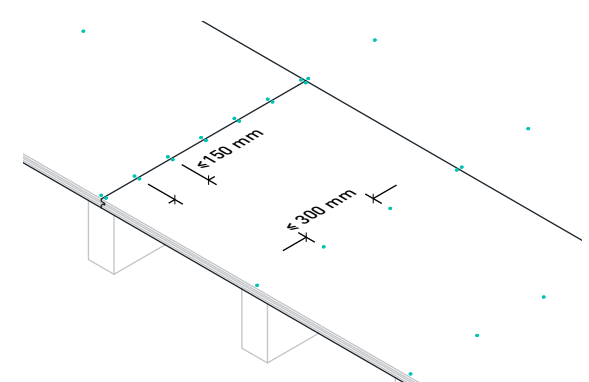
INSTALACIÓN



Separar al menos 8mm los tirafondos del borde del superPan Tech P5 TG4 y apoyar este un mínimo de 18mm sobre las viguetas inferiores.

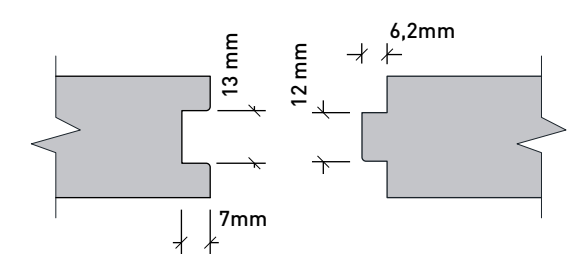


Cuando los paños de forjado son mayores de 7m deben disponerse juntas de expansión intermedias de 1,5m x L (Longitud del vano).

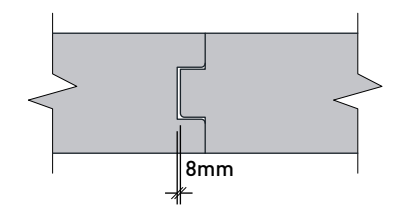


Separar una distancia menor a 150mm los tirafondos en las testas del superPan Tech P5 Natur, y una distancia menor a 300mm sobre cada viga intermedia.

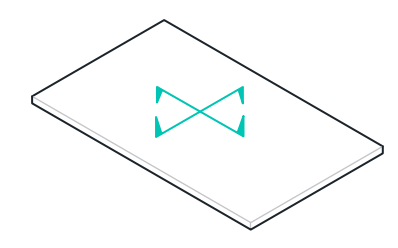
DETALLES



Detalle de machihembrado de superPan Tech P4 TG4 de 30mm de espesor.

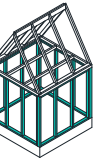


Junta a tope. El propio machihembrado del superPan Tech P4 TG4 de 30mm de espesor deja 0,8 mm de separación.



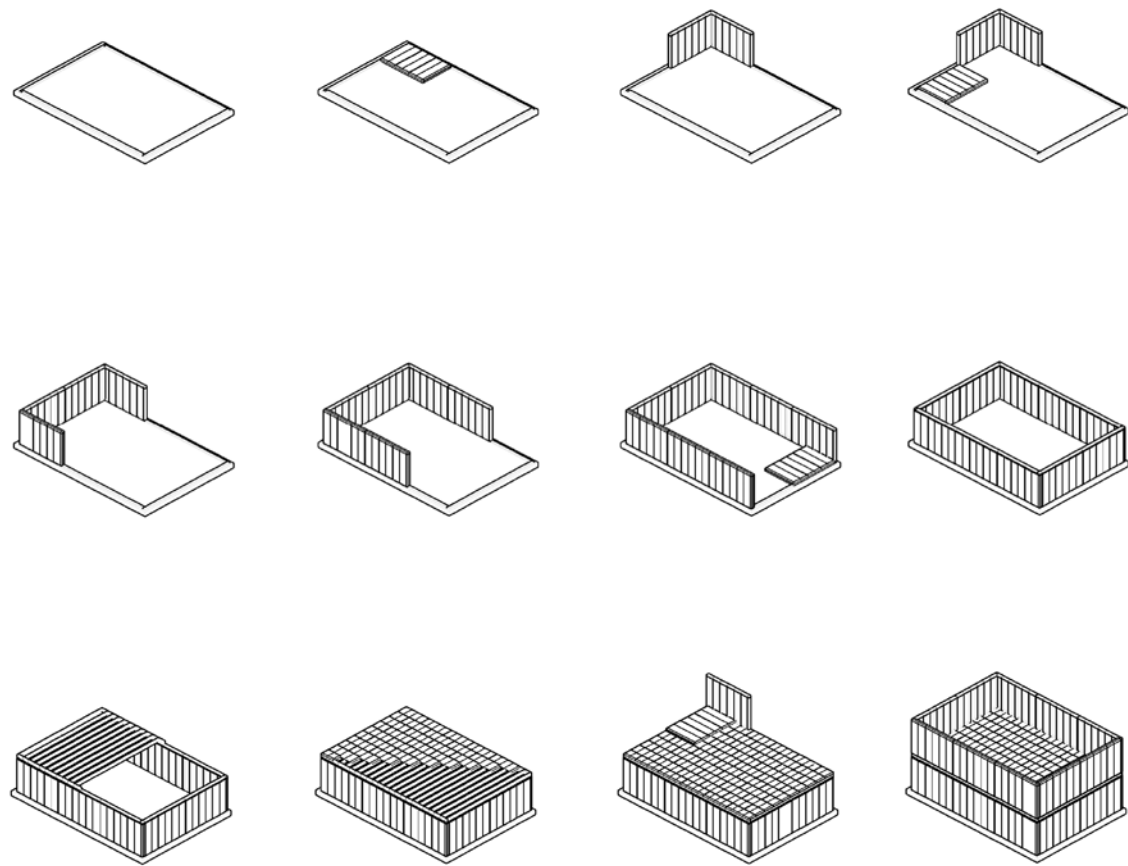
El superPan Tech P5 tiene las mismas propiedades en las dos direcciones principales.

PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE EDIFICIOS DE ENTRAMADO LIGERO

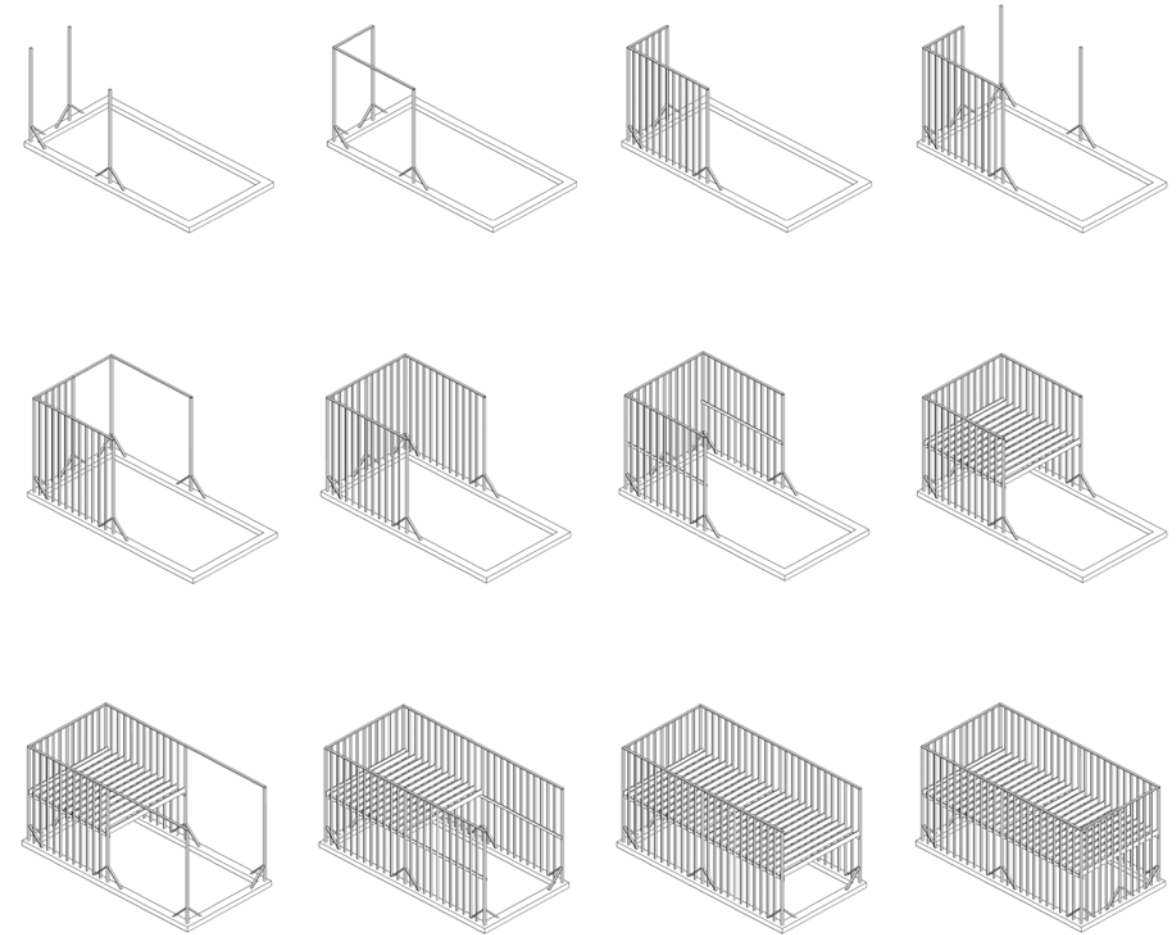


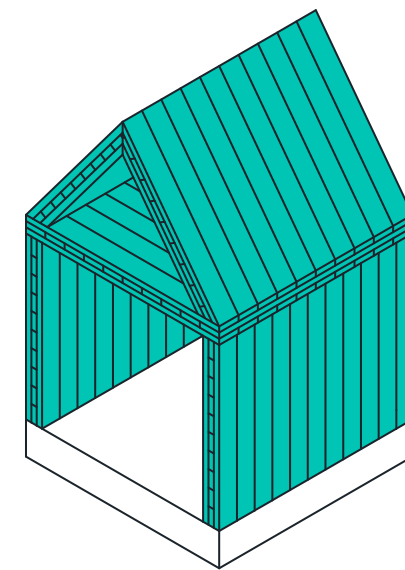
ENTRAMADO LIGERO

ESQUEMA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PLATFORM FRAME



ESQUEMA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL BALLOON FRAME





CLT



DESCRIPCIÓN

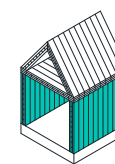
Los sistemas de construcción con CLT se basan en elementos masivos de madera. La madera contralaminada es un material formado por varias capas de tablas encoladas, en las que cada capa de tablas se coloca en sentido transversal a la anterior y que posteriormente se presan hasta obtener los paneles. Se pueden conseguir elementos más grandes en una sola pieza (paramentos verticales, forjados, etc) con la forma definida en el diseño (huecos, diferentes alturas,...).

PROS

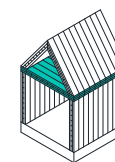
- Sistema industrializado en seco.
- Reducción de plazos de ejecución.
- Montajes en obra más precisos.
- Estabilidad dimensional.
- Excelente comportamiento estructural.
- La estructura es parte del cerramiento y se aprovecha de su capacidad aislante.

CONTRAS

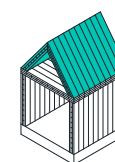
- Necesidad de tener en cuenta el transporte a obra del material.
- Sistema más pesado que el entramado ligero.



MUROS



FORJADOS



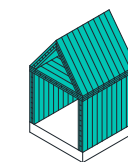
CUBIERTAS

PRODUCTO

DATOS TÉCNICOS DE CLT

		CLT 125
Esquema		
Estructura		Láminas de tablero encoladas cruzadas 3, 5 y 7 capas
Formato		Formato de sistema
Ancho Longitud		1,25 m hasta 24 m
Grosor		Entre 60 y 340 mm
Humedad		12 % +/- 2 % en el momento de la entrega
Densidad aparente		470 kg/m³ (abeto rojo a una humedad de la madera del 12%)
Láminas		Grosor 20, 30, 35 o 40 mm Madera de conífera, secada técnicamente, clasificada por calidades
Calidad		Clasificación conforme a DIN EN 13017-1 AB: calidad vista a una cara para viviendas, BC: calidad vista industrial a una cara, NH-C: no vista
Capa de cobertura	Vista	Capa de cobertura longitudinal (DL) Tableros monocapa de 1,25 m de anchura pulidos o cepillados. Tipos de madera: pino rojo, alerce, pino cembro, abeto blanco, Antique (abeto tratado al vapor, cepillado basto)
	no vista	Capa de cobertura longitudinal (DL)
Empalmes dentados		Junta de empalmes dentados general
Anchuras de cálculo		0,625 1,25 m
Ensamblado		Procesamiento CNC posible
Bordes longitudinales		 a partir de 140 mm a partir de 200 mm a partir de 160 mm
Pegado		BBS: pegamento PUR sin formaldehidos conforme a EN 301 Tableros monocapa: MUF; clase de emisión E1
Modificación de forma		Longitudinal: 0,010% por % de modificación de la humedad de la madera. Transversal: 0,025% por % de modificación de la humedad de la madera
Protección térmica		Conductividad térmica conforme a ETA-06/0009: R = 0,13 W/mK Capacidad térmica específica c = 1600 J/kgK Difusividad térmica a = 1,806 x 10 ⁻⁷ m²/s (= 450 kg/m³; R = 0,13 W/mK) Valores U para estructuras de construcción: véase «Manual de construcción maciza de madera» binderholz Rigips
Protección acústica		Alta protección acústica gracias a la forma de construcción maciza. Dictamen pericial previa solicitud, véase «Manual de construcción maciza de madera» binderholz Rigips
Protección contra incendios		Conforme a EN 13501: D, s2, d0, dictamen para REI 30-90 así como informes de clasificación y justificantes de ensayo de las autoridades generales de la construcción (ABP) previa solicitud Índice de combustión calculado: en función de la estructura de tableros, 0,67 - 0,74 mm/min
Resistencia a la difusión		Abierto a la difusión, freno de vapor μ = 40 - 70 (en función de la humedad de la madera y del número de juntas de pegado)
Estanqueidad al aire		Estanco al aire a partir de una estructura de 3 capas, certificado previa solicitud
Clase de utilización		Homologado para clases de servicio 1 o 2 conforme a EN 1995-1-1
Impregnaciones		Impregnación de clase 2 para la protección contra plagas de hongos e insectos conforme a DIN 68800, CTB P+ certificado (Previa petición)
Protección contra incendios		Homologación técnica europea ETA-06/0009 Marca CE Homologación de las autoridades alemanas de la construcción Z-9.1-534 Homologación francesa CSTB Avis Technique 3/11-704

		CLT XL
Esquema		
Estructura		Láminas de tablero encoladas cruzadas 3 y 5 capas
Formato		Gran formato
Ancho Longitud		Máximo 3,50 m hasta 22 m
Grosor		Entre 60 y 200 mm
Humedad		12 % +/- 2 % en el momento de la entrega
Densidad aparente		470 kg/m³ (abeto rojo a una humedad de la madera del 12%)
Láminas		Grosor 20, 30, 35 o 40 mm Madera de conífera, secada técnicamente, clasificada por calidades
Calidad		Clasificación conforme a DIN EN 13017-1 AB: calidad vista por un lado para viviendas BC: calidad vista por un lado industrial NH-C: no vista
Capa de cobertura	vista	Capa de cobertura transversal (DQ) Tableros monocapa de 1,25 m de anchura, chafalán vertical pulido en la junta de la capa de cobertura Tipo de madera: pino rojo
	no vista	Capa de cobertura longitudinal (DL) Capa de cobertura transversal (DQ) Se permiten las hendiduras entre las láminas.
Empalmes dentados		Láminas con empalmes dentados individuales Capa de cobertura en capa AB/BC sin empalmes dentados
Anchuras de cálculo		2,40 2,60 2,75 2,95 3,20 3,50 m
Ensamblado		Procesamiento CNC posible
Bordes longitudinales		 a partir de 140 mm a partir de 200 mm a partir de 160 mm
Pegado		BBS: pegamento PUR sin formaldehidos conforme a EN 301 Tableros monocapa: MUF; clase de emisión E1
Modificación de forma		Longitudinal: 0,010% por % de modificación de la humedad de la madera. Transversal: 0,025% por % de modificación de la humedad de la madera
Protección térmica		Conductividad térmica conforme a ETA-06/0009: R = 0,13 W/mK Capacidad térmica específica c = 1600 J/kgK Difusividad térmica a = 1,806 x 10 ⁻⁷ m²/s (= 450 kg/m³; R = 0,13 W/mK) Valores U para estructuras de construcción: véase «Manual de construcción maciza de madera» binderholz Rigips
Protección acústica		Alta protección acústica gracias a la forma de construcción maciza. Dictamen pericial previa solicitud, véase «Manual de construcción maciza de madera» binderholz Rigips
Protección contra incendios		Conforme a EN 13501: D, s2, d0, dictamen para REI 30-90 así como informes de clasificación y justificantes de ensayo de las autoridades generales de la construcción (ABP) previa solicitud Índice de combustión calculado: en función de la estructura de tableros, 0,67 - 0,74 mm/min
Resistencia a la difusión		Abierto a la difusión, freno de vapor μ = 40 - 70 (en función de la humedad de la madera y del número de juntas de pegado)
Estanqueidad al aire		Estanco al aire a partir de una estructura de 3 capas, certificado previa solicitud
Clase de utilización		Homologado para clases de servicio 1 o 2 conforme a EN 1995-1-1
Impregnaciones		Impregnación de clase 2 para la protección contra plagas de hongos e insectos conforme a DIN 68800, CTB P+ certificado (Previa petición)
Protección contra incendios		Homologación técnica europea ETA-06/0009 Marca CE Homologación de las autoridades alemanas de la construcción Z-9.1-534 Homologación francesa CSTB Avis Technique 3/11-704



CLT
PRODUCTO

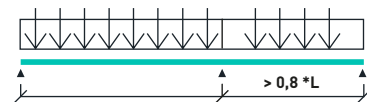
UN SOLO VANO CARGADO



CARGA (kN/m)		Envergadura						
		3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m	5,5 m	6,0 m
g1,k	nk	I/350	I/350	I/350	I/350	I/350	I/350	I/350
		Deformación permanente final admisible						
1,0	2,0	90	120-5s	140	140	150	160	180
2,0	1,5	100-5s	120-5s	140	150	160	200	220
2,0	2,0	100-5s	140	140	150	180	200	220

DOS VANOS CARGADOS

La longitud del campo más corto es de entre el 80% y el 100% del campo más largo.



CARGA (kN/m)		Envergadura						
		3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m	5,5 m	6,0 m
g1,k	nk	I/350	I/350	I/350	I/350	I/350	I/350	I/350
		Deformación permanente final admisible						
1	2	80	90	100-5s	120-5s	140	140	140
2	1,5	80	90	120-5s	140	140	140	160
2	2	80	90	120-5s	140	140	150	160

R60 5s_5 capa

R90

Dimensiones conforme a Eurocode 5 a la homologación técnica europea (EN 1995-1-1:2004 y ETA-06/0009).

REQUISITOS

Clase de Servicio 1 (interiores $k_{def} = 0,6$)

Carga permanente g_{ik} : sobrecarga permanente sin el peso propio de BBS (este ya se ha tenido en cuenta para el cálculo).

Carga útil n_k : categorías A y B (viviendas y oficinas: $\psi_0 = 0,7$ $\psi_1 = 0,5$ $\psi_2 = 0,3$).

Duración de carga media, $k_{mod} = 0,8$.

Dimensionado frente a la acción del fuego conforme a EN 1995-1-2 y al dictamen IBS-080 12901:2008-06 (índice de combustión característico para techo $\beta_n = 0,74$ mm/min).

Deformación permanente límite para estados límite de la aptitud para el uso:

Aspecto: deformación a largo plazo admisible en la situación de dimensionado cuasi-permanente I/250 o I/350

Valores transversales:

Cálculo de la sección transversal de CLT conforme al método Gamma (ensamblado flexible).

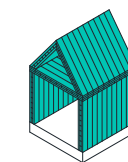
Para vigas continuas $l_{eff} = 4/5 * l$

Estas tablas, como el resto de tablas de este documento, solo son útiles para el predimensionado y no sustituyen al dimensionado final realizado por el técnico proyectista responsable.

Las cargas características están dispuestas como cargas uniformemente repartidas.

VALORES CARACTERÍSTICOS DE CLT

CAPAS	CALIDAD DE COBERTURA		GROSOR (mm)	ESTRUCTURA (mm)							LONG. l_{eff} (m)	VALORES CARACTERÍSTICOS					
	CLT 125	CLT XL		s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7		A_{eff} (cm ²)	W_{eff} (cm ³)	I_{eff} (cm ⁴)	i_{eff} (cm)		
3	AB, BC, NH-C	DQ-AB/BC	60	20	20	20					2	400	562	1577	1,99		
											4		574	1691	2,06		
											6		576	1714	2,07		
	AB, BC, NH-C	DQ-AB/BC	80	20	40	20						2	400	892	3091	2,78	
												4		923	3548	2,98	
												6		929	3649	3,02	
	NH-C	NH-C	90	30	30	30						2	600	1225	4790	2,83	
												4		1280	5539	3,04	
												6		1291	5707	3,08	
	NH-C	NH-C	100	35	30	35						2	700	1512	6469	3,04	
												4		1592	7617	3,30	
												6		1608	7881	3,36	
NH-C	NH-C	120	40	40	40						2	800	2086	9991	3,53		
											4		2249	12613	3,97		
											6		2283	13277	4,07		
5	AB, BC, NH-C	DQ-AB/BC	100	20	20	20	20	20	20			2	600	1273	1577	1,99	
												4		1308	6270	3,23	
												6		1315	6449	3,28	
	AB, BC, NH-C	DQ-AB/BC	120	20	30	20	30	20	20				2	600	1623	7743	3,59
													4		1680	9447	3,97
													6		1691	9851	4,05
	AB, BC, NH-C	NH-C	140	40	20	20	20	40					2	1000	2748	15078	3,88
													4		2945	19175	4,38
													6		2986	20213	4,50
	---	DQ-AB/BC, NH-C	140	20	40	20	40	20					2	600	1976	10240	4,13
													4		2057	13190	4,69
													6		2073	13937	4,82
	AB, BC, NH-C	---	150	40	20	30	20	40					2	1100	3113	18164	4,06
													4		3321	23122	4,58
													6		3364	24378	4,71
	AB, BC, NH-C	NH-C	160	40	20	40	20	40					2	1200	3506	21680	4,25
													4		3721	27580	4,79
													6		3764	29074	4,92
	AB, BC, NH-C	NH-C	180	40	30	40	30	40					2	1200	4061	25338	4,60
													4		4403	35310	5,42
													6		4474	38154	5,64
	AB, BC, NH-C	NH-C	200	40	40	40	40	40					2	1200	4617	29001	4,92
													4		5094	43666	6,03
													6		5195	48294	6,34
AB, BC, NH-C	---	220	60	30	40	30	60					2	1600	6099	42978	5,18	
												4		6984	65856	6,42	
												6		7186	73412	6,77	
AB, BC, NH-C	---	240	60	40	40	40	60					2	1600	6708	46343	5,38	
												4		7912	77453	6,96	
												6		8198	89042	7,46	
AB, BC, NH-C	---	300	80	30	80	30	80					2	2400	11037	96872	6,35	
												4		12916	158836	8,14	
												6		13368	181919	8,71	
AB, BC, NH-C	---	320	80	40	80	40	80					2	2400	11567	96978	6,36	
												4		14025	173440	8,50	
												6		14648	205926	9,26	



CLT
PRODUCTO

DATOS TÉCNICOS DE CLT

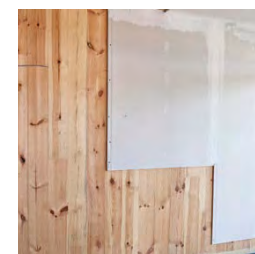
CAPAS	CALIDAD DE COBERTURA		GROSOR (mm)	ESTRUCTURA (mm)							LONG.	VALORES CARACTERÍSTICOS				
	CLT 125	CLT XL		s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7		L _{eff} (m)	A _{eff} (cm ²)	W _{eff} (cm ³)	I _{eff} (cm ⁴)	i _{eff} (cm)
7	AB, BC, NH-C	---	260	60	20	40	20	40	20	60	2	2000	8396	66601	5,77	
											4		9626	105298	7,26	
											6		9905	118503	7,70	
	AB, BC, NH-C	---	280	60	40	20	40	20	40	60	2	1600	7925	52997	5,76	
											4		9926	105298	7,26	
											6		10439	125183	8,85	
AB, BC, NH-C	---	340	60	40	30	40	30	40	80	2	2200	11089	84044	6,18		
										4		14803	174521	8,91		
										6		15870	222383	10,05		

CAPAS	SÍMBOLO	EN 1995-1-1 EN 338 N/MM ²	
		CLT 125	CLT XL
Flexión módulo E	E _{0,mean}	11.000	11.000
Flexión perpendicular al plano	f _{m,k}	18	24
Módulo de cizalladura	G _{mean}	690	690
Módulo de cizalladura de giro	G _{r,mean}	50	50
Cizalladura de fuerza transversal	f _{R,k}	1	0,7
Presión en plano	f _{c,0,k}	21	21
Presión perpendicular al plano	f _{c,90,k}	2,5	2,5
Tracción en plano	f _{t,0,k}	9,8	14

Calidad de la capa de cobertura conforme a DIN EN 13017-1

AB	Calidad vista por un lado para viviendas
BC	Calidad vista por un lado industrial
N-HC	No vista
DQ	Capa de cobertura transversal
L_{eff}	Longitud de referencia
A_{eff}	Superficie transversal neta
W_{eff}	Momento de resistencia
I_{eff}	Momento de inercia
i_{eff}	Radio de inercia

CLT / SUPERFICIES



CALIDAD NO VISTA C

La calidad no vista se emplea principalmente para el área de construcción para el revestimiento posterior en la obra p. ej. con pladur.

Las láminas están clasificadas por calidades y secadas técnicamente. Los elementos de CLT no están sometidos a requerimientos ópticos. Se admiten las decoloraciones y diferentes tipos de madera.



CALIDAD VISTA INDUSTRIAL BC

Esta calidad está prevista para el uso en edificios comerciales e industriales.

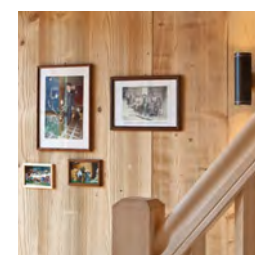
Se fabrica de forma estándar en madera de abeto rojo con calidad vista industrial en un lado, y la capa de cobertura se corresponde con una clasificación mixta de láminas B y C conforme a DIN EN 13017-1.



CALIDAD VISTA PARA VIVIENDAS AB

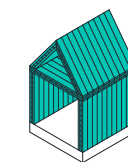
La calidad vista para viviendas se utiliza en los ámbitos de la vivienda, escolar y de oficinas, entre otros.

La capa de cobertura de abeto rojo, alerce, pino cembro, abeto o Antique está pulida por un lado y se corresponde con la clasificación mixta de láminas A y B conforme a DIN EN 13017-1.



ACABADO ESPECIAL

Superficie cepillada. Impregnación por inmersión. Impregnación contra los hongos e insectos destructores de la madera.



CLT
PRODUCTO

BINDERHOLZ CLT / CLASIFICACIÓN DE LA CAPA DE COBERTURA

EXTRACTO DE LA NORMA EUROPEA DIN EN 13017-1 CLASIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE DE TABLEROS DE MADERA MACIZA DE VARIAS CAPAS			
Características	A	B	C
Encolado	Ninguna junta de adhesión abierta	Juntas abiertas < 100 mm/m Juntas de adhesión admisibles	Juntas abiertas < 100 mm/m Juntas de adhesión admisibles
Aspecto y color	Bien equilibrado en color y textura	Equilibrado en gran medida en color y textura	Ningún requisito
Textura	Textura tosca admisible	Textura tosca admisible	Ningún requisito
Nudos	Nudos en abeto rojo: hasta 40 mm ø sanos, unificados fijamente Nudos en alerce: hasta 60 mm ø Nudos negros aislados	Nudos sanos, unificados fijamente y nudos negros aislados admisibles	Admisibles
Tarugos ⁽¹⁾	Tarugos de nudos naturales admisibles	Admisibles	Admisibles
Inclusiones de resina	Aisladas hasta 3 mm x 40 mm admisibles	Aisladas hasta 5 mm x 50 mm admisibles	Admisibles
Inclusiones de resina mejoradas	Admisibles	Admisibles	Admisibles
Crecimientos hacia adentro de la corteza	No admisibles	Admisibles de forma aislada	Admisibles
Grietas	Grietas superficiales aisladas admisibles	Grietas superficiales y terminales de hasta 50 mm de longitud aisladas admisibles	Admisibles
Nervaduras	Aisladas hasta una longitud de 400 mm admisibles	Admisibles	Admisibles
Madera prensada	Admisible de forma aislada	Admisible	Admisible
Ataques de insectos	No admisibles	No admisibles	Pequeños agujeros aislados de Larvas inactivas admitidos
Decoloración	No admisible	Ligera decoloración admisible	Admisible
Putrefacción	No admisible	No admisible	No admisible
Albura	En el alerce, franjas estrechas de hasta el 20 % de la anchura de lámina admisible	Admisible	Admisible
Calidad del acabado de superficie	Pequeños defectos aislados Admisibles	Defectos aislados admisibles	Ningún requisito

⁽¹⁾ Medidas de tarugos ovalados igual que en el caso de los nudos

MODIFICACIÓN DE LA HUMEDAD

La modificación de la humedad de la madera y con ello el efecto en el aspecto de las superficies vistas se divide en tres pasos:

PRODUCCIÓN

A través del encolado en cruz de las láminas secadas técnicamente (humedad de la madera 12 % +/- 2 %) se reduce el hinchado y la contracción del CLT al mínimo.

OBRA BRUTA Y MONTAJE

Durante el período de montaje y obra bruta, el CLT se somete a modificaciones climáticas naturales estacionales. Así, es posible una modificación de la humedad de la madera conforme a las condiciones climáticas predominantes.

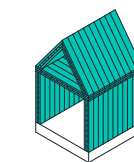
USO EN EDIFICIOS

Para una duración de hasta 3 períodos de calefacción, CLT ofrece una humedad media de la madera del 8-10 %, aproximadamente. En el CLT con superficies vistas, esta adaptación de la humedad de la madera puede provocar modificaciones ópticas como grietas o hendiduras. Esto no influye en las características estéticas del CLT.

Incluso en la fabricación más cuidadosa o por fluctuaciones reducidas de la humedad de la madera del CLT no se puede excluir del todo la presencia de grietas y hendiduras. En la calidad vista, este aspecto se puede reforzar mediante capas de pintura.

Las capas exteriores más resistentes en el CLT ejercen en general un efecto positivo en el comportamiento portante, pero en cambio provocan un mayor comportamiento de hinchado y contracción, y con ello una mayor formación de grietas y/o hendiduras.



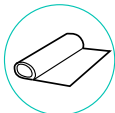


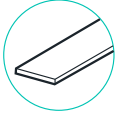

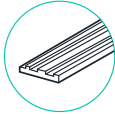

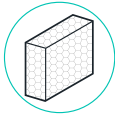

Hace años que usamos la capa de longitud doble de eficacia probada para el CLT en calidad vista para viviendas AB. Esta consta siempre de una capa de cobertura vista de 20 mm de grosor pegada a una segunda capa longitudinal con un mínimo de 20 mm de grosor. Así combinamos la mejor calidad vista y la máxima estabilidad formal de la capa de cobertura con la gran fuerza portante del elemento. La auténtica calidad de una madera contrachapada en calidad vista se reconoce tras 1-3 períodos de calefacción.






















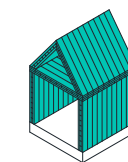
CLT
PRODUCTO

OBRA BRUTA

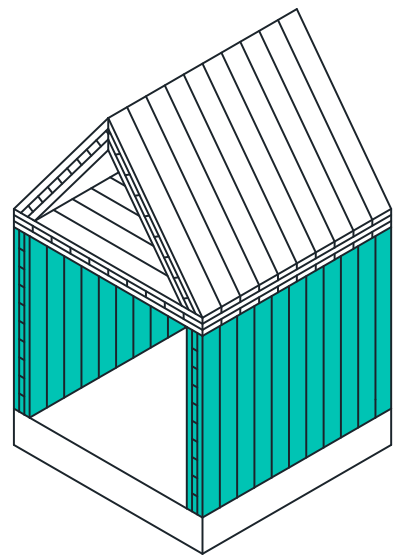
LEYENDA

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	DIMENSIÓN	IMAGEN
	Cinta adhesiva	Para la preparación de los niveles estancos al aire. Recomendada para uniones madera-madera.	Anchura 60 mm	
	Cierres de muro de butilo	Protección de la madera contra la humedad ascendente. Fijación con grapas.	Anchura 500 mm	
	Cinta de sellado EPDM	Sellado para la preparación de los niveles estancos al aire. Fijación con grapas.		
	Soporte de protección acústica	Sellado para la preparación de los niveles estancos al aire. Desacoplamiento con mayores exigencias de protección acústica	División en colores en diferentes resistencias a la compresión. Uso de diferentes soportes en función de la carga lineal existente.	
	Cinta zig-zag EPDM	Sellado para la preparación de los niveles estancos al aire. Desacoplamiento con exigencias de protección acústica normales.	En función del objeto de construcción se recomienda un cálculo específico.	
	Pegamento	Para la preparación de los niveles estancos al aire.	Pegamentos de PU, Pegamento de montaje.	
	Aislamiento		Lana mineral, celulosa, EPS/ XPS	

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	FUNCIÓN	DIMENSIÓN	IMAGEN
	Anclaje de hormigón o anclaje atornillado	Para la fijación en suelo mineral (hormigón, piedra).	Anchura 60 mm	
			Anchura 500 mm	
	Unión angular	Para la fijación de paredes de madera al suelo (acero, hormigón armado).	100 x 100 mm	
	Chapa perforada	Para la transmisión de fuerzas de tracción.	80 x 600 mm	
	Anclaje de tracción	Anclaje para la unión de tracción entre la pared de madera y el suelo de hormigón armado	Altura 540 mm	
	Tornillo de rosca completa	Tornillo autoperforante para madera. Para la transmisión de fuerzas de tracción elevadas, p. ej. en revestimientos.	Ø 11 x 160 mm	
	Tornillo para construcción en madera	Tornillo autoperforante para madera. Elevación de los valores de paso de cabeza mediante el uso de arandelas.	Ø 6 x 80 mm	
			Ø 8 x 100 mm	
			Ø 8 x 160 mm	
	Tornillo de cabeza plana	Tornillo autoperforante para madera. Gran cabeza de tornillo para altos valores de paso de cabeza.	Ø 8 x 200 mm	
			Ø 10 x 240 mm	
			Ø 10 x 360 mm	



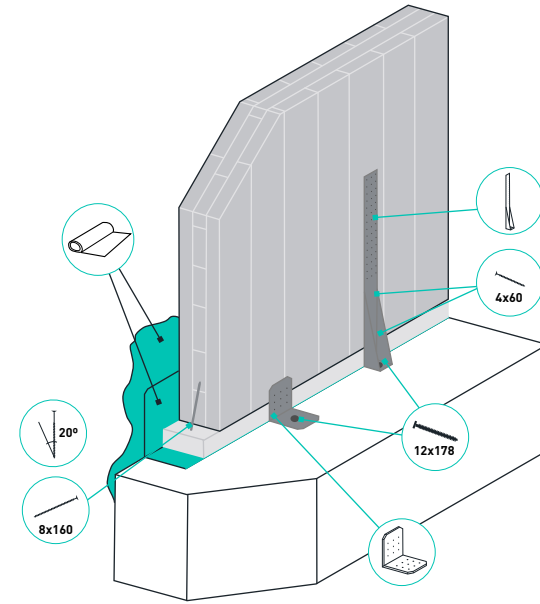
CLT
PRODUCTO



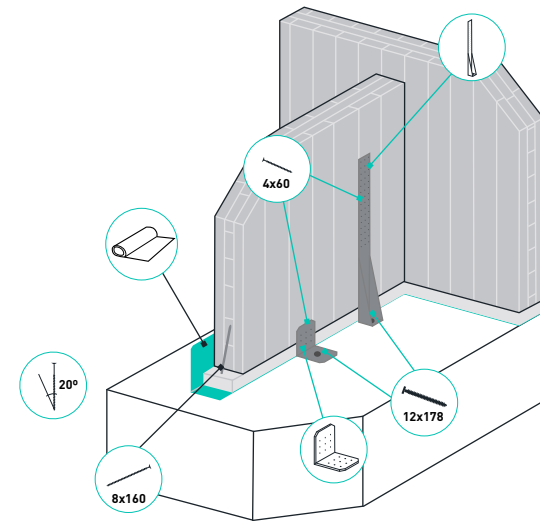
CLT
PAREDES

PAREDES

CIMIENTOS / PARED EXTERIOR

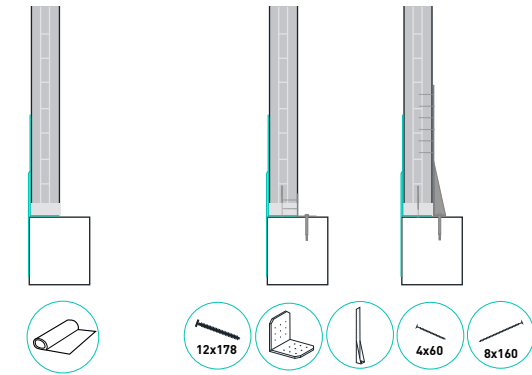


CIMIENTOS / PARED INTERIOR



SELLADO

CONSTRUCCIÓN

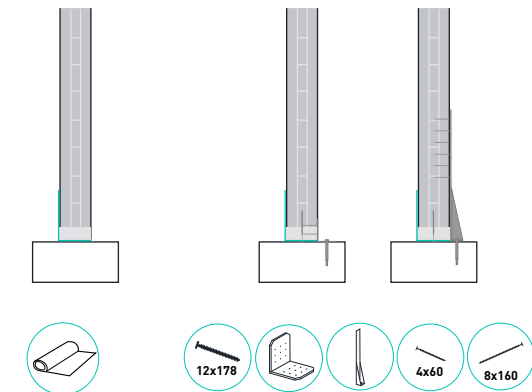


DETALLES

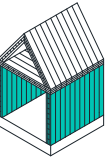


SELLADO

CONSTRUCCIÓN



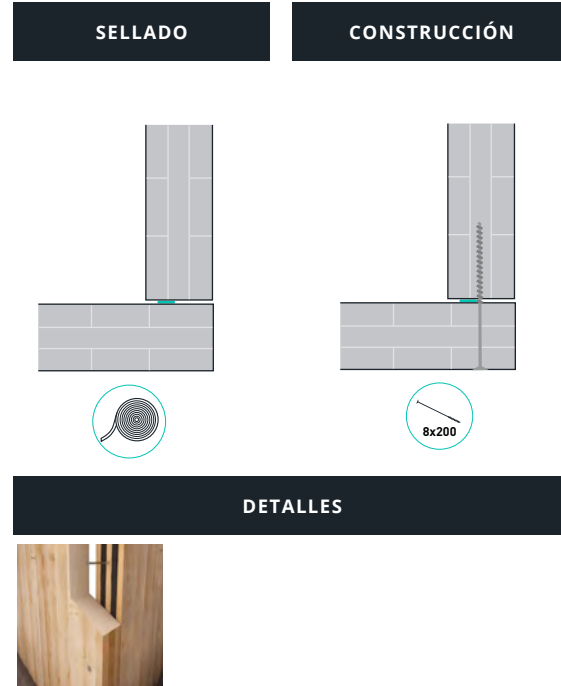
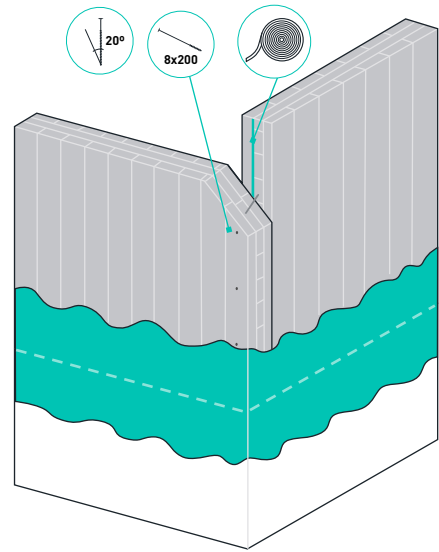
DETALLES



CLT
PAREDES

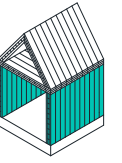
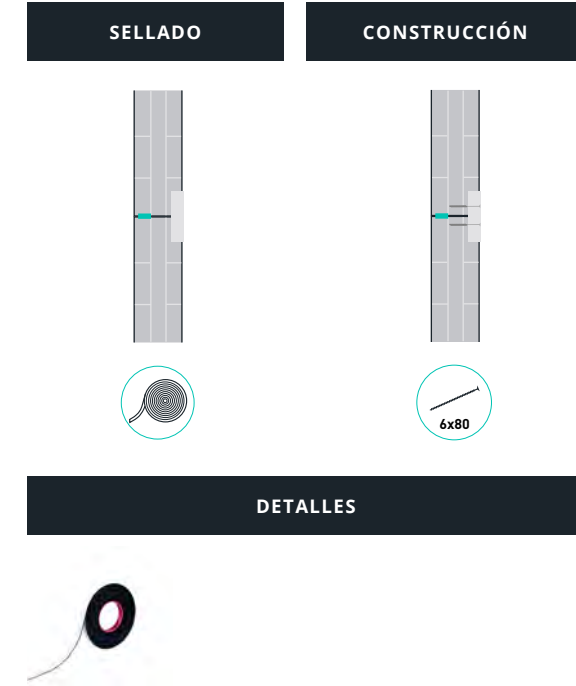
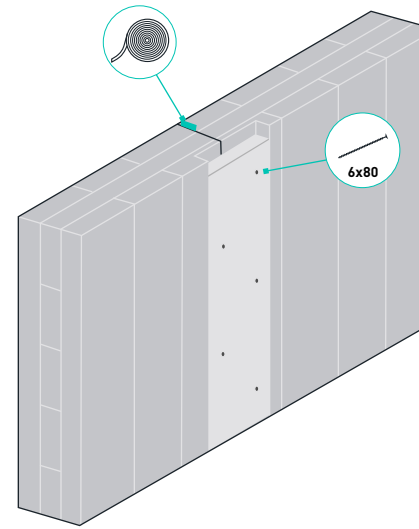
PARED EXTERIOR / PARED EXTERIOR

UNIÓN DE ESQUINA / VARIANTE I



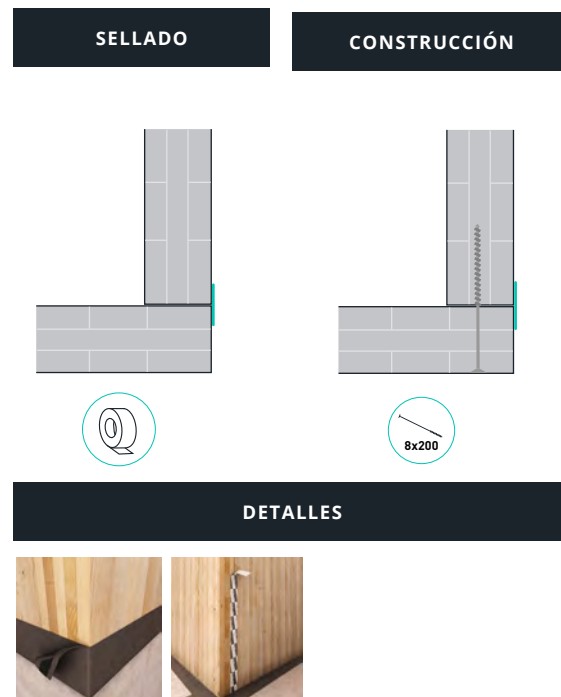
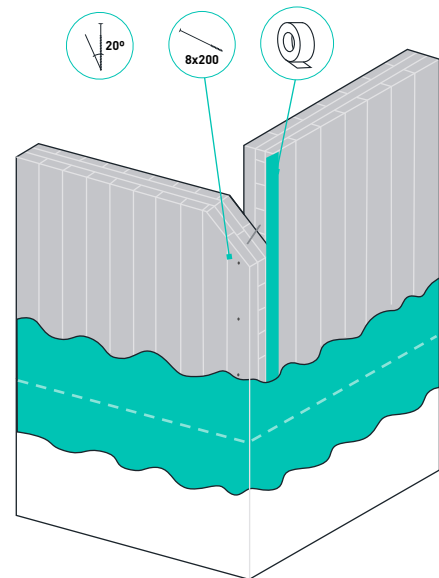
PARED / PARED

UNIÓN / VARIANTE I

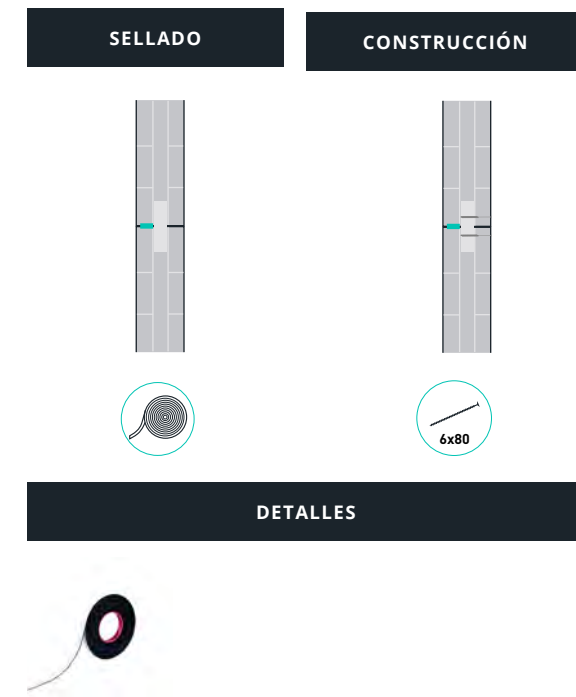
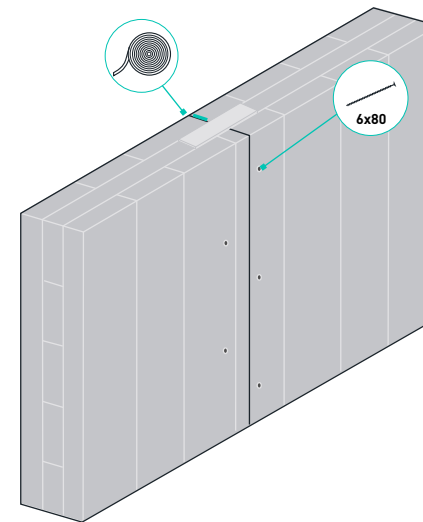


CLT
PAREDES

UNIÓN DE ESQUINA / VARIANTE II

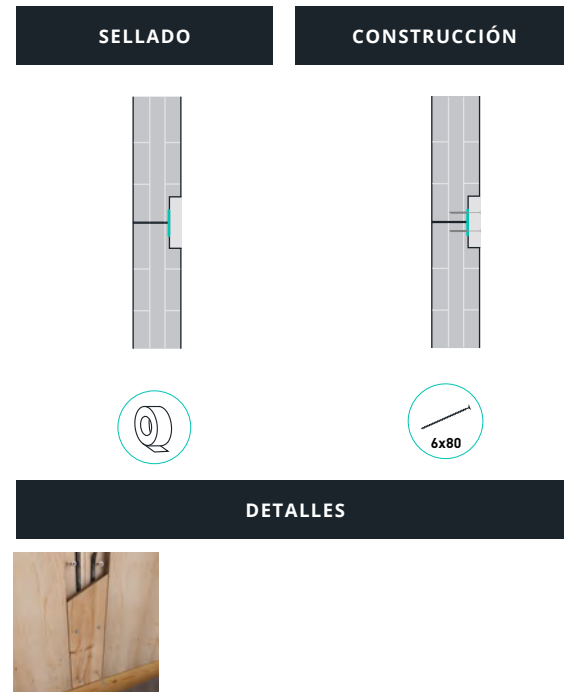
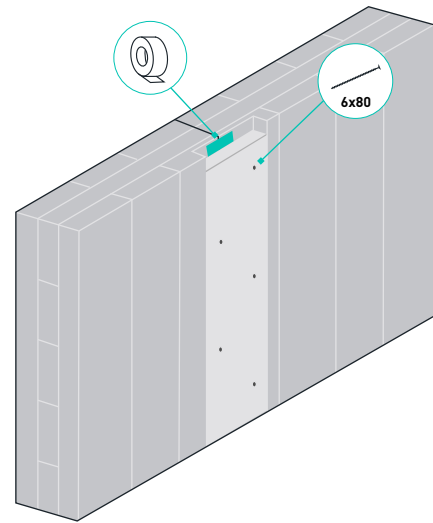


UNIÓN / VARIANTE II

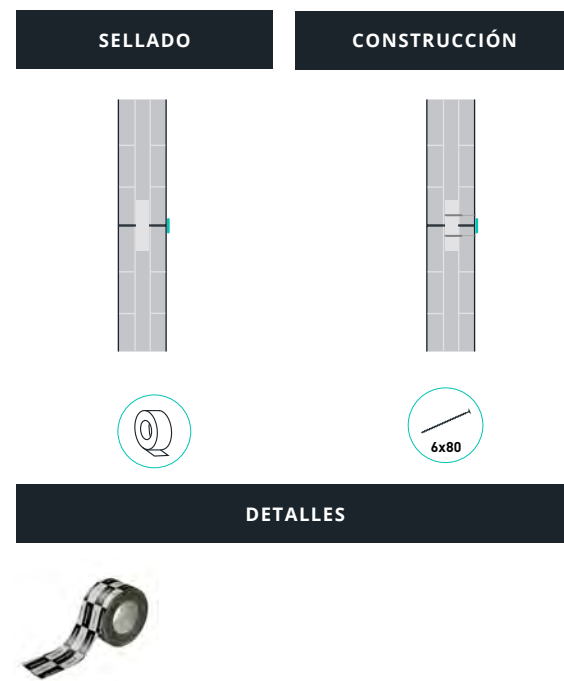
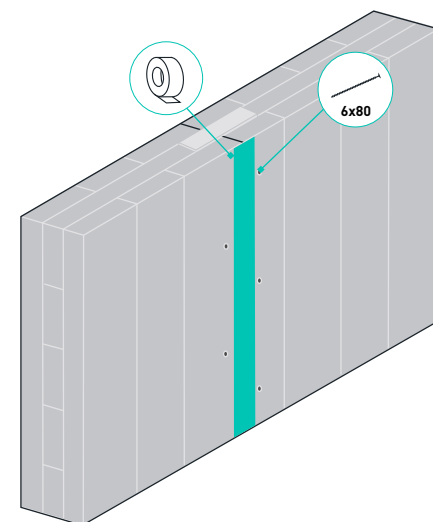


PARED / PARED

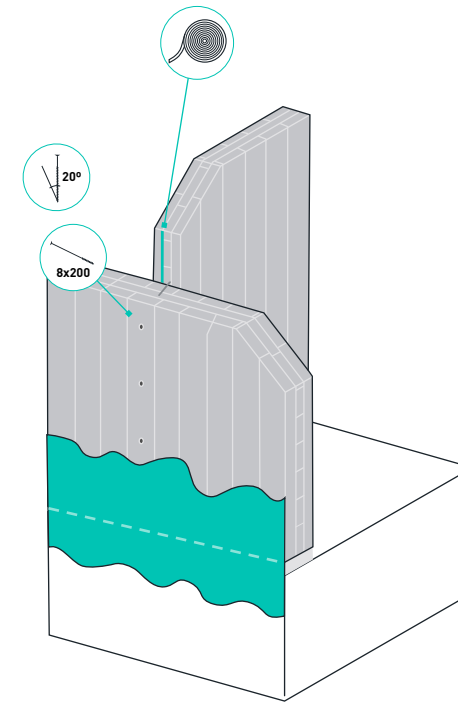
UNIÓN / VARIANTE III



UNIÓN / VARIANTE IV

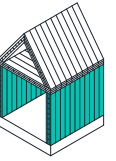
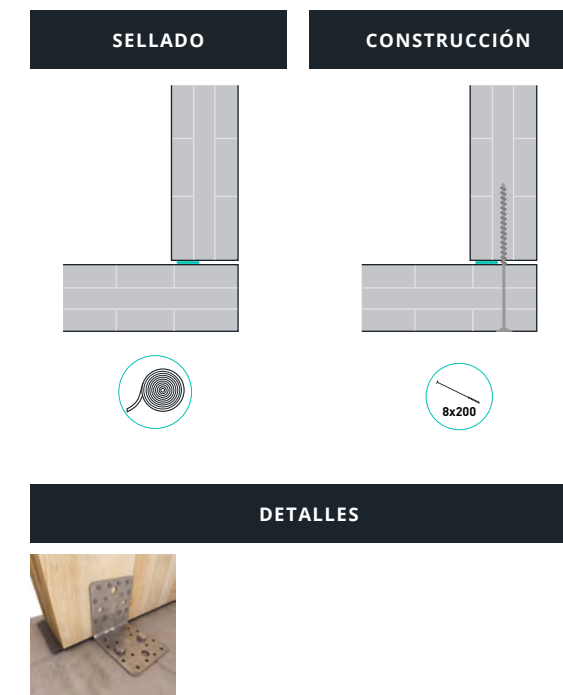
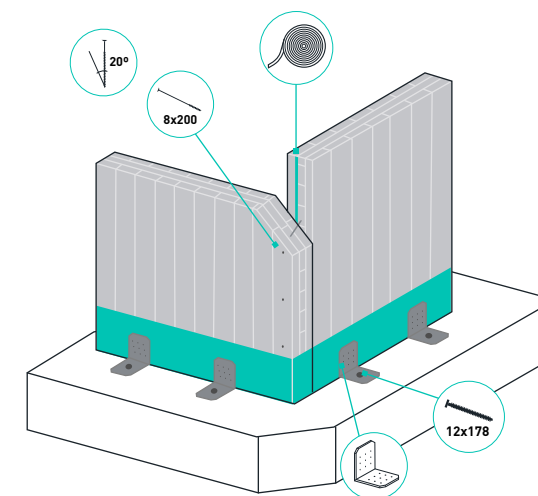


PARED EXTERIOR / PARED INTERIOR



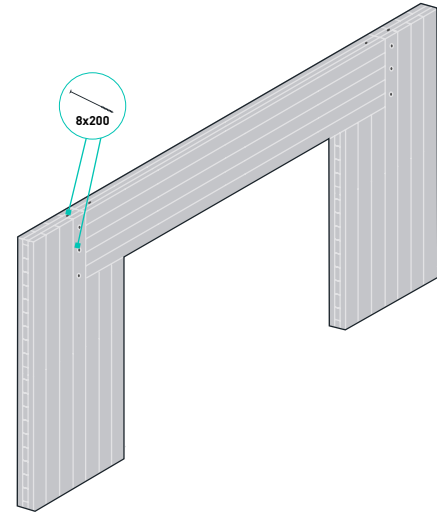
PARED INTERIOR / PARED INTERIOR

UNIÓN DE ESQUINA

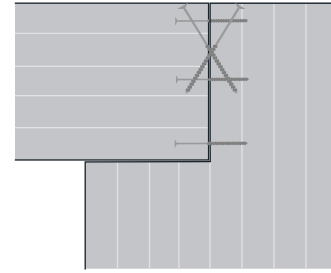


CLT
PAREDES

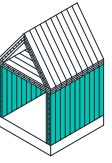
PARED CLT / DINTEL INTEGRADO



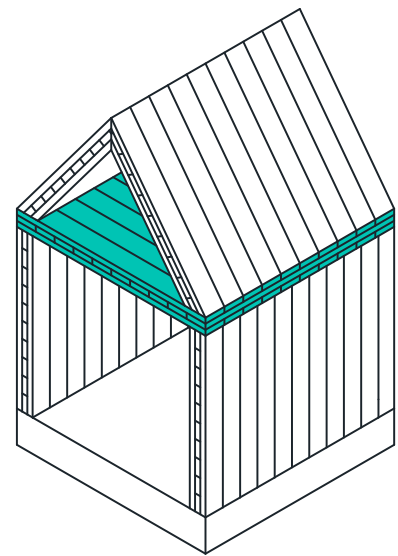
CONSTRUCCIÓN



DETALLES



CLT
PAREDES

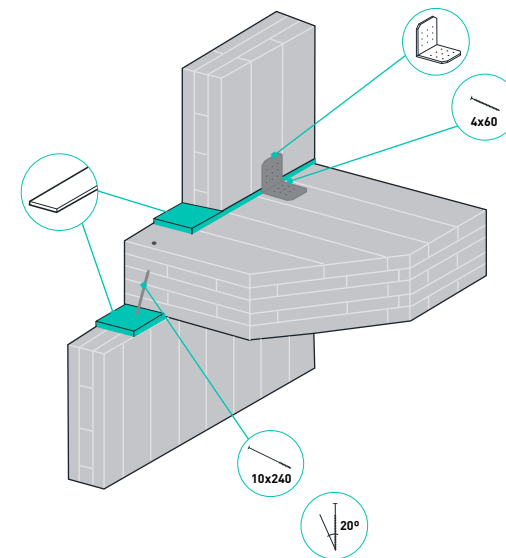


CLT
FORJADOS

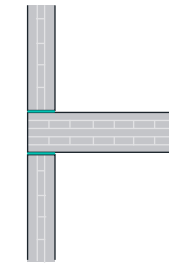
FORJADOS

PARED EXTERIOR / TECHO

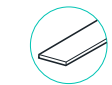
UNIÓN / VARIANTE I



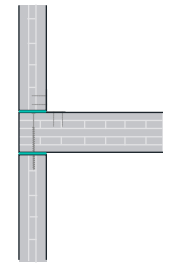
SELLADO



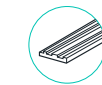
+ Protección acústica



CONSTRUCCIÓN



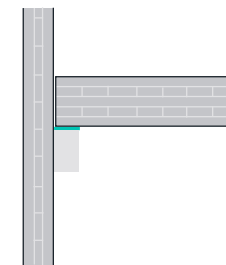
- Protección acústica



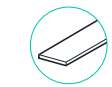
DETALLES



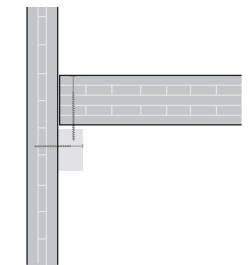
SELLADO



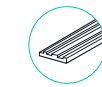
+ Protección acústica



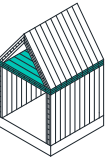
CONSTRUCCIÓN



- Protección acústica



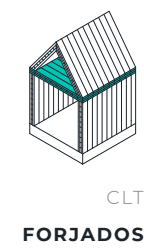
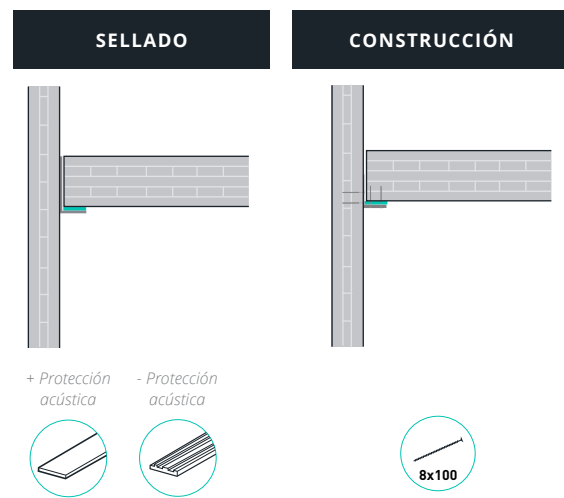
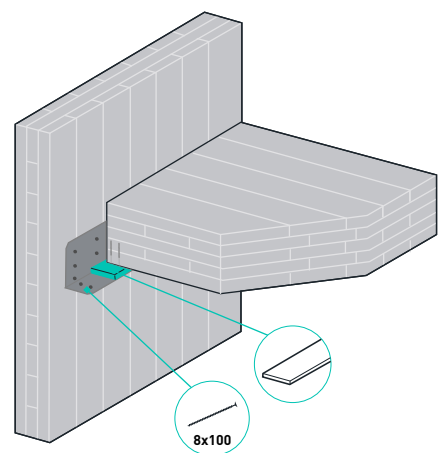
DETALLES



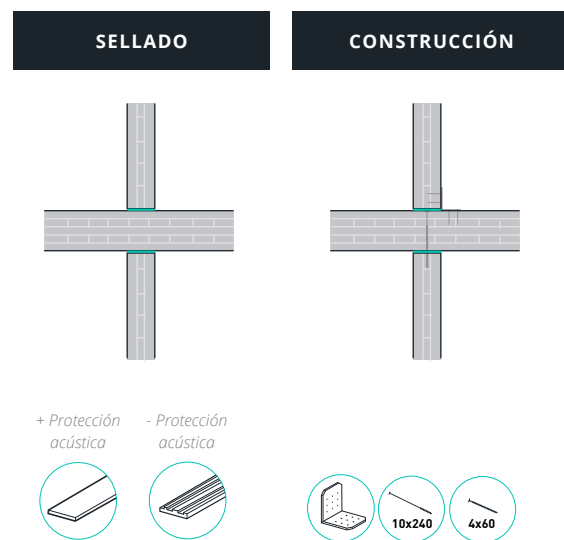
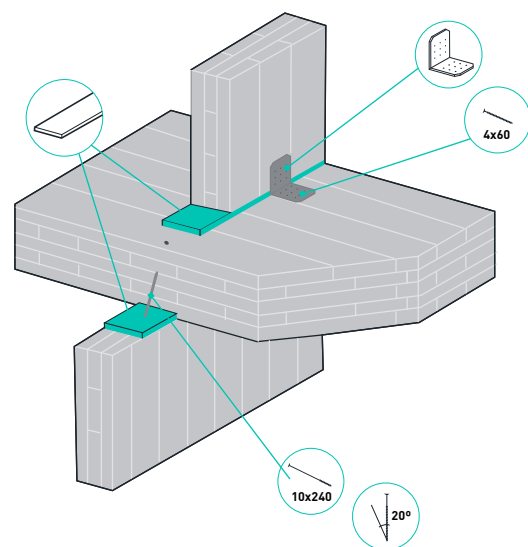
CLT
FORJADOS

PARED EXTERIOR / TECHO

UNIÓN / VARIANTE III

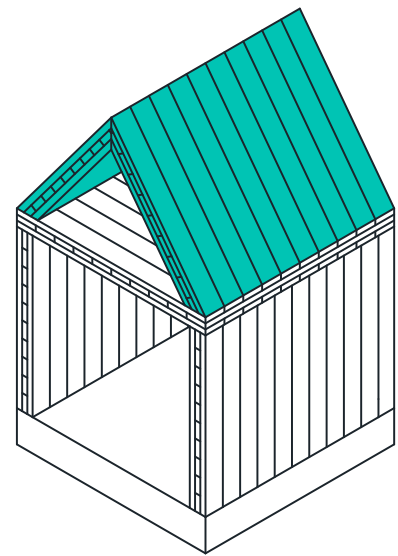


PARED INTERIOR / TECHO



DETALLES



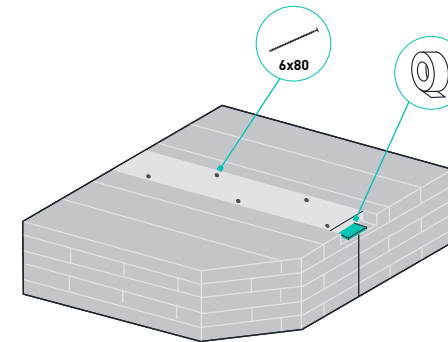


CLT
CUBIERTAS

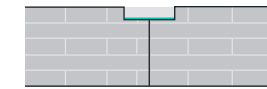
CUBIERTAS

TECHO - TECHO / TEJADO - TEJADO

UNIÓN / VARIANTE I



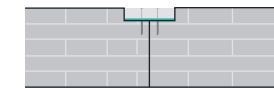
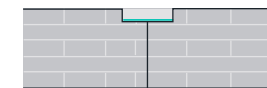
SELLADO **CONSTRUCCIÓN**



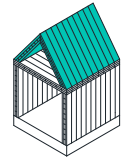
DETALLES



SELLADO **CONSTRUCCIÓN**

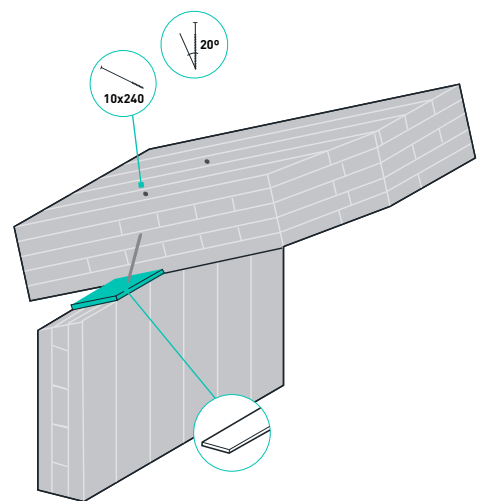


DETALLES

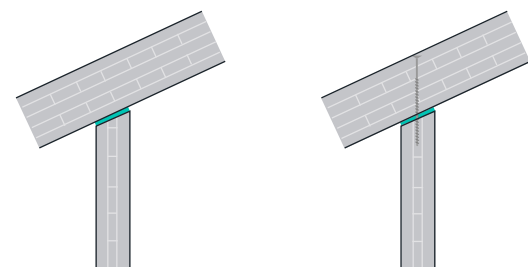


CLT
CUBIERTAS

PARED EXTERIOR / TEJADO



SELLADO **CONSTRUCCIÓN**

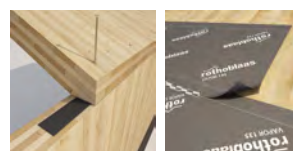


+ Protección acústica

- Protección acústica

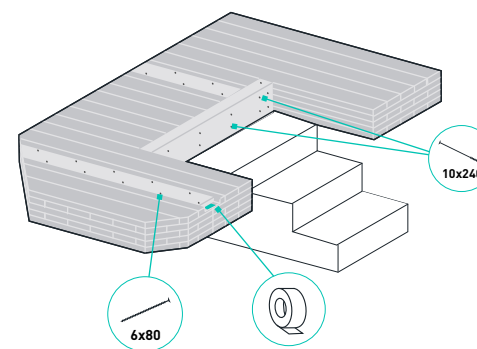


DETALLES

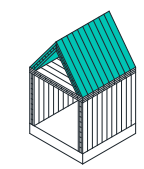
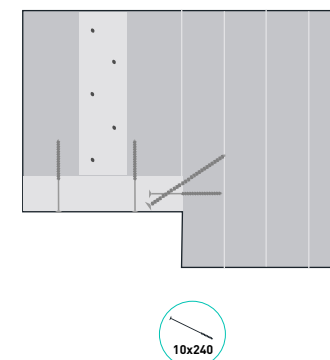


CAMBIO / VIGA EN HUECO DE ESCALERA

UNIÓN / VARIANTE I

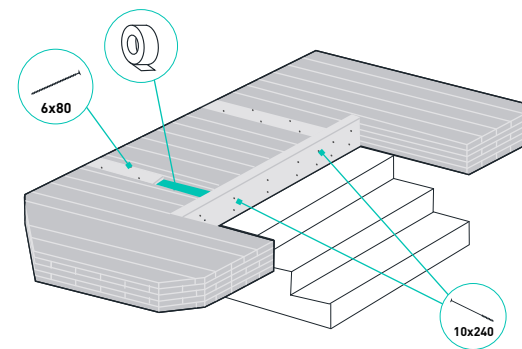


CONSTRUCCIÓN

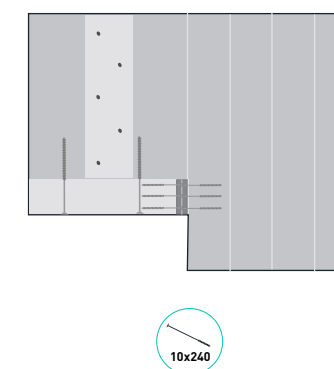


CLT
CUBIERTAS

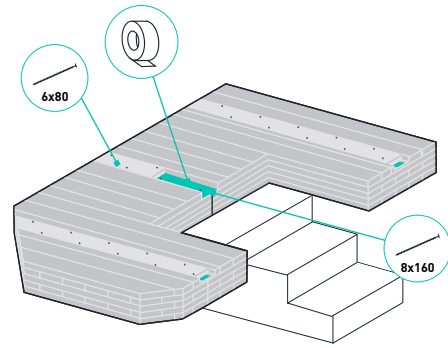
UNIÓN / VARIANTE II



CONSTRUCCIÓN



UNIÓN / VARIANTE III



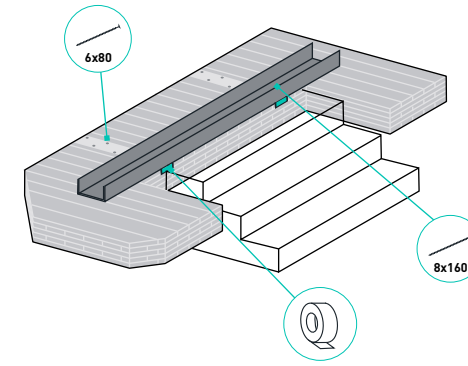
SELLADO CONSTRUCCIÓN



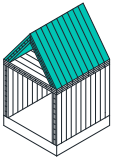
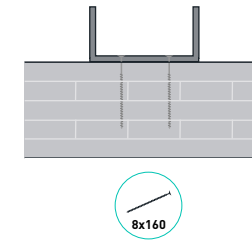
DETALLES



UNIÓN / VARIANTE V

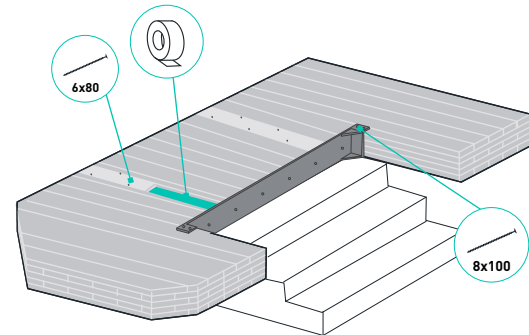


CONSTRUCCIÓN

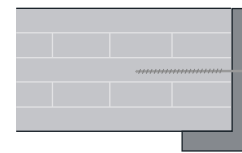


CLT
CUBIERTAS

UNIÓN / VARIANTE IV



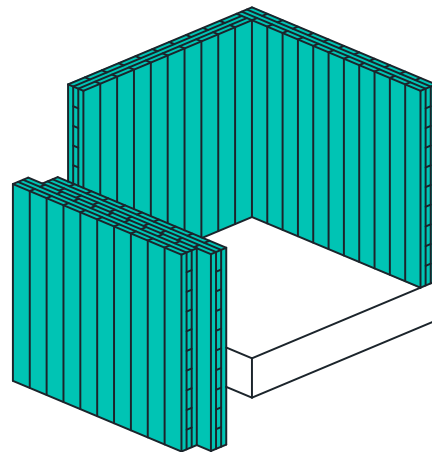
CONSTRUCCIÓN





CLT

TRANSPORTE Y MONTAJE



TRANSPORTE

LISTA DE VERIFICACIÓN




SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS





Tel: +34 981 05 00 00 N-550 km. 57 | Aptdo. 127
 Fax: +34 981 05 07 00 Santiago de Compostela | 15707
 ww.finsa.es A Coruña | España

LISTA DE VERIFICACIÓN PARA ENVÍOS DE CLT

Por favor, complete los puntos de este documento para entregarlo junto con la orden de compra.

Referencia de proyecto _____

Nombre de proyecto _____

Peso máximo de los paquetes (Kg) _____ (Mínimo: 1.500Kg; Estándar: 2.500Kg)

¿Qué medio de elevación será usado para la descarga?

Carretilla elevadora
 Grúa

Secuencia de montaje
 Referenciada a los planos de corte en CNC enviados para este proyecto detallando la secuencia de montaje (ejemplo: Elemento 1, Elemento 3,...).
 En caso de no recibir información específica por parte del cliente la secuencia de montaje será definida por nosotros.

¿Cómo deben de ser empaquetados los elementos?

Para paneles estándar:

Cara visible hacia arriba.
 Cara visible hacia abajo, excepto para los elementos inferiores.

Para los paneles BBS mecanizados en CNC, embalaje seguro:

Elementos de muro: Cara visible hacia arriba.
 Elementos horizontales: Cara visible hacia abajo, excepto por los elementos inferiores y/o con rebajes superiores con elementos no visibles.

¿Es posible el acceso para un semi-tráiler (abierto o cerrado, con extensión), de 13,6m de largo?

Sí
 No, prefiero que sea entregado: _____

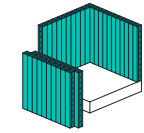
Contacto en destino
 Nombre _____
 Número de teléfono _____

Dirección del envío
 Localización (Nombre) _____
 Calle, Número _____
 Código postal, Dirección de envío _____

Solicitud de fecha de envío
 (La fecha de envío exacta sólo puede ser confirmada tras recibir los planos aprobados y/o la orden de confirmación).

Se aplica lo siguiente:
 Las condiciones del terreno y espacio de acceso deben ser adecuadas para un semi-tráiler, Tolerancias (Desde fábrica, Untenberg, Austria):
 Distancias hasta 500km: +/- 2 horas sobre la hora de entrega acordada. Distancias hasta 1000km: +/- 3 horas sobre la hora de entrega acordada.
 Los envíos por mar están excluidos de las tolerancias indicadas más arriba.
 Se dará un tiempo de descarga de hasta 2 horas a contar desde la llegada del transporte. El tiempo adicional de descarga a partir de las 2 horas será grabado a razón de 65€/hora más impuestos.
 Esta lista de verificación forma parte de la orden de compra y debe ser completada y reenviada junto con esta. En ausencia de esta información o retraso en su envío todos los criterios de empaquetado y envío serán especificados por nosotros.
 Estas condiciones podrán variar en función de las características de cada proyecto.

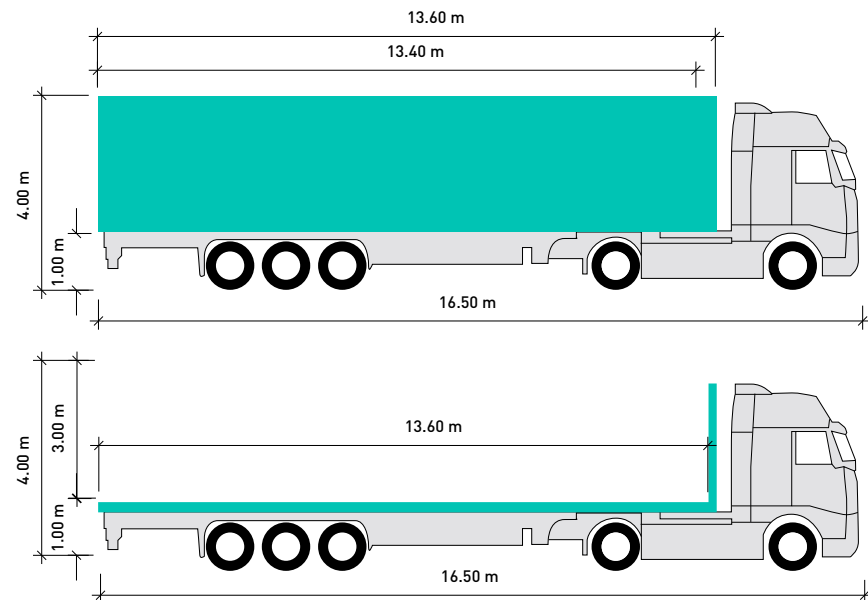
_____ Fecha / Firma / Sello



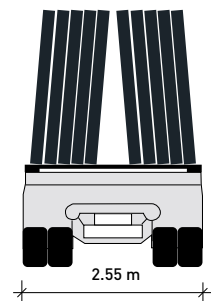
CLT
TRANSPORTE
Y MONTAJE

VEHÍCULOS

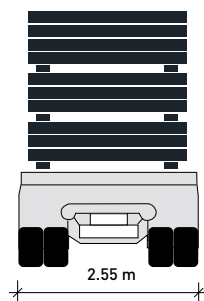
VEHÍCULO DE LONAS ESTÁNDAR / REMOLQUE ESTÁNDAR



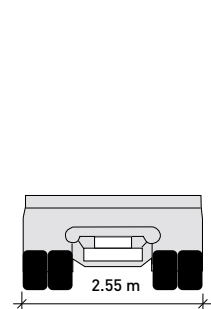
SUMINISTRO EN VERTICAL



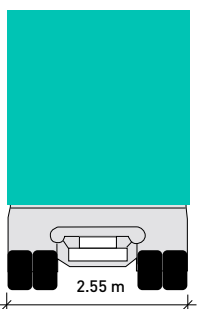
SUMINISTRO EN HORIZONTAL



SUMINISTRO ABIERTO



SUMINISTRO CERRADO



NOTA

Las dimensiones de más de 16,5 m de longitud y/o de más de 2,5 m de anchura se consideran transporte especial. Hay que tener en cuenta las distintas disposiciones nacionales.

DIRECTIVAS DE CARGA



CLT 125

Transporte siempre en horizontal.
Laminado de los paquetes.
Utilizar bases integradas con esteras antideslizantes.



CLT XL

Laminado de toda la carga sin laminado de paquetes.
Tener en cuenta las condiciones meteorológicas durante la descarga.



La vía de acceso a la obra deberá estar autorizada para un camión de 40 t. Comprobar si el camión puede superar el trayecto a la obra (maniobrabilidad y radios de curva).



Si la mercancía presenta daños antes de la descarga, el cliente los deberá indicar en todo caso en el albarán. FINSA no se responsabilizará de los daños producidos tras la descarga.

DESCARGA



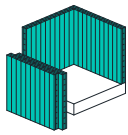
CLT 125

Almacenamiento provisional de paquetes laminados (protección UV y contra la intemperie).
La descarga se realiza mediante grúa.
Utilizar bases integradas con esteras antideslizantes.



CLT XL

Los elementos XL se deberían montar de inmediato.
El almacenamiento provisional es posible, pero los elementos deberán estar protegidos contra la intemperie.
La descarga se realiza mediante grúa.



CLT
TRANSPORTE
Y MONTAJE

ELEVACIÓN



LAZO DE ELEVACIÓN ASSI

Uso conforme a las indicaciones del fabricante y autorización del anclaje de elevación.

En pendientes sin travesaño de distribución de carga o similares, toda la carga deberá ser tomada por dos tornillos.



LAZO DE ELEVACIÓN

Uso conforme a las indicaciones del fabricante.

Lazo de elevación de un solo uso con 800 kg de carga de elevación por punto de anclaje.



LAZO DE ELEVACIÓN CON MANDRIL

Uso conforme a las indicaciones del fabricante.

Uso: elevación de elementos de techo.

Carga de elevación: 1000 kg por punto de anclaje.



OTRAS POSIBILIDADES DE ELEVACIÓN

A preparar por el cliente, no incluido en el suministro de FINSA.

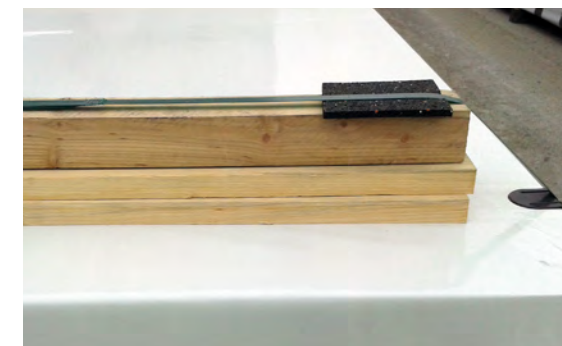


CONSECUENCIAS DE LA ELEVACIÓN INCORRECTA

Deformaciones por falta de protecciones de los bordes.

Deformaciones por correas de elevación demasiado estrechas.

ACOPIO PROVISIONAL EN OBRA



Se requiere una distancia mínima de 20 cm entre el paquete y una base firme y seca.

Cubrir en todo caso los elementos CLT no laminados.

Tener mayor precaución en la calidad vista.

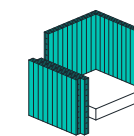
GRÚA



ESPACIO DE INSTALACIÓN DE LA GRÚA

Ejecución: Un suelo con una capacidad de carga insuficiente puede provocar el vuelco de la grúa.

Manejo exclusivamente a través de personal cualificado, tener en cuenta las normas de prevención de accidentes (NPA).



CLT
TRANSPORTE
Y MONTAJE

ANDAMIAJE



Ejecución: Andamiaje de fachadas seguro conforme al reglamento para la protección del trabajador.

Montar el andamiaje con los pasos de trabajo correspondientes (paredes, techos, tejado).



MONTAJE

En el proceso de transporte y montaje de los paneles de CLT, es crucial tener en cuenta varios aspectos importantes, que se desarrollarán más a fondo a continuación:

PAREDES



COMPROBACIÓN DE LA PLACA DE FONDO

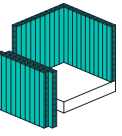
Comprobar la placa de fondo con el constructor (nueva medición *in situ* y control de alturas).



SELLADO BITUMINOSO CONTRA LA HUMEDAD

Sellado bituminoso (llameado) sobre la placa de fondo lista (una vez cumplido el tiempo de secado).

Colocar el sellado bituminoso contra la humedad conforme a las especificaciones del fabricante - posible acabado en dos capas (tener en cuenta la física de construcción).



CLT
TRANSPORTE
Y MONTAJE



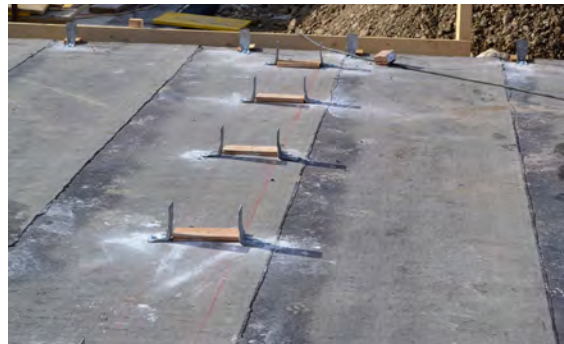
Líneas de cordón de trazado

MARCADO DE LAS PAREDES

Partiendo de los ejes de referencia determinados:

- Trazar ejes longitudinales.
- Medir los ángulos mediante un dispositivo de medición láser (láser de líneas cruzadas).

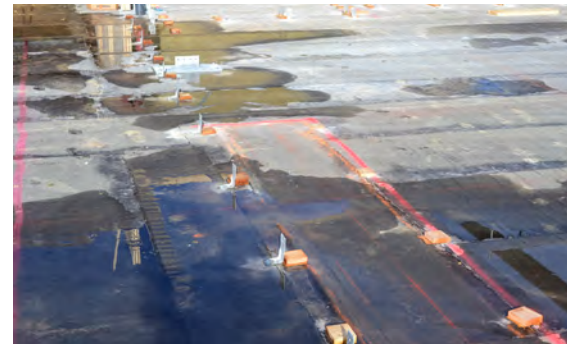
Trazar líneas con el cordón de trazado.



COLOCACIÓN DE ÁNGULOS

Fijar los ángulos en la línea trazada.

Distancia entre ángulos conforme a la estática.



COMPENSACIÓN DE ALTURAS

Placas de compensación: alinear aprox. cada dos metros y fijar.

Aplicar mortero hinchante entre las placas de compensación en toda la anchura de la pared con saliente lateral y con un grosor de capa suficiente.



UMBRALES

Umbrales premontados por la empresa de construcción en madera.

Colocación de los umbrales en la obra.



Umbral de alerce y sellado contra la humedad ascendente



Cinta de sellado

COLOCACIÓN DE LA PRIMERA PARED

Desplazar la primera pared, colocar en posición exacta y aplomada.

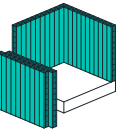
Atornilladura a la base con los ángulos espigados.

Fijar con los soportes de montaje (distancia aprox. 3 metros).

No separar del dispositivo elevador hasta entonces.

Colocar las cintas de sellado por el lado delantero.

Tener mayor precaución en la calidad vista.



CLT
TRANSPORTE
Y MONTAJE



Soporte de montaje

COLOCACIÓN DE LA SEGUNDA PARED

Colocar la segunda pared en dirección transversal a la primera pared, para lograr un refuerzo de esquina.

Colocación aplomada.

Atornilladura a la base con los ángulos espigados.

Atornilladura de la unión de esquina.



Cinta de sellado



PARED EXTERIOR / PARED INTERIOR

Atornillar la pared exterior con la pared interior.

Colocar cinta de sellado en las uniones a tope.



COLOCACIÓN DE LAS PAREDES RESTANTES

Desplazamiento de las paredes restantes (como las paredes n° 1 y n° 2).

Atornillar paredes con tabica en juntas longitudinales.



TECHOS



COLOCAR CINTA DE SELLADO

Colocar cintas de sellado en los lados estrechos (superficies frontales) de las paredes ya existentes.

Emplear cintas autoadhesivas.

Evitar la fijación con grapas por la protección acústica.

El nivel de sellado debe ser continuo.



MONTAJE DEL TECHO

Desplazar el primer elemento de techo sobre las paredes ya existentes. Atornillado del elemento de techo con las paredes.

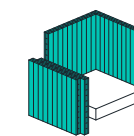


SEGUNDO ELEMENTO DE TECHO

Desplazar el segundo elemento de techo y aproximarlos al primer elemento con varias pinzas de apriete para vigas.

Atornillado del elemento de techo con las paredes.

Unir la junta longitudinal de los elementos con tabica.



CLT
TRANSPORTE
Y MONTAJE



ELEMENTOS DE TECHO RESTANTES

Uniones como las de los elementos precedentes.
Preparar seguros contra caídas en los huecos del techo.
Una vez desplazados los restantes elementos, colocar el sellado (cartón bituminoso, aplicación conforme a las indicaciones del fabricante).



Seguridad contra caídas y cartón bituminoso



Líneas de cordón de trazado

MARCADO DE LAS PAREDES EN LA PRIMERA PLANTA

Partiendo de los ejes de referencia determinados:

- Trazar ejes longitudinales.
- Medir los ángulos mediante un dispositivo de medición láser (láser de líneas cruzadas).

Trazar líneas con el cordón de trazado.



COLOCACIÓN DE ÁNGULOS

Fijar los ángulos en la línea trazada.
Distancia entre ángulos conforme a la estática.



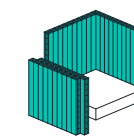
PROTECCIÓN CONTRA LA INTEMPERIE

El CLT se puede mojar durante la fase de construcción (evitar encharcamientos).

Antes de montar otras capas (p. ej. estructura del techo, estructura del tejado), la humedad de la madera se deberá reducir al 18% como máximo (medición con el dispositivo de medición de humedad de la madera).

Cubrir permanentemente las superficies estrechas (madera de testa), montar las ventanas lo más rápido posible.

Atención con las superficies en calidad vista: se deben evitar los defectos ópticos por manchas de agua y ensuciamientos.



CLT
TRANSPORTE
Y MONTAJE



PASSIVHAUS

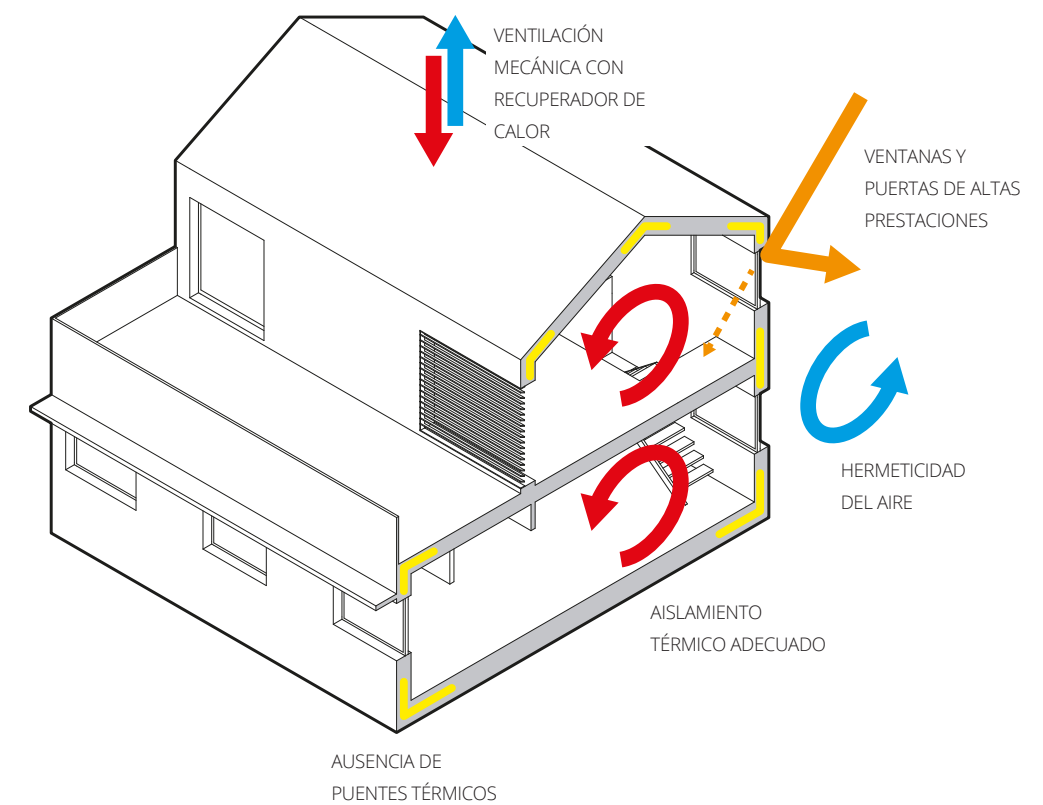
¿QUÉ ES EL PASSIVHAUS?

DESCRIPCIÓN DEL ESTÁNDAR

El Passivhaus es un estándar para el diseño y ejecución de edificios, con el que se consigue reducir el consumo energético durante la fase de uso del edificio, reduciendo las necesidades de calefacción y refrigeración y consiguiendo aumentar el nivel de confort e higiene en el interior del edificio.

VENTAJAS DEL ESTÁNDAR

- Temperatura estable, sin apenas necesidad de calefacción o aire acondicionado.
- Ahorro de energía.
- Óptima calidad del aire interior.
- Mayor nivel de confort que con una construcción tradicional.



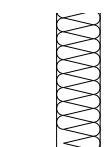
ESTRATEGIAS PASIVAS

Para conseguir diseñar nuestro edificio de la forma más eficiente posible, hay que tener en cuenta la optimización de los recursos existentes "pasivos", como por ejemplo:

- Orientación del edificio.
- Protección solar.
- La inercia térmica.
- La compacidad del edificio.
- La ventilación natural.
- La radiación.

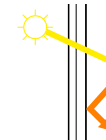
LOS 5 PRINCIPIOS BÁSICOS

Los 5 principios básicos que sigue una edificación bajo el estándar Passivhaus son:



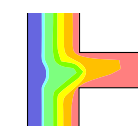
1. AISLAMIENTO TÉRMICO ADECUADO

Las envolventes del edificio deben tener una baja transmitancia térmica, por lo que un buen aislamiento térmico es fundamental. Los espesores de aislamiento térmico dependerán del clima.



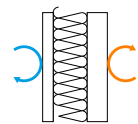
2. VENTANAS Y PUERTAS DE ALTAS PRESTACIONES.

Muy importante el diseño y la correcta colocación en obra de las ventanas y puertas. Elementos con altas prestaciones, que aseguren una baja transmisión térmica.



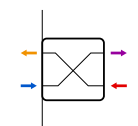
3. AUSENCIA DE PUENTES TÉRMICOS.

Eliminación de los puntos en donde se producen pérdidas o ganancias indeseadas de temperatura debido a un cambio en la composición de la envolvente o a encuentros de distintos elementos constructivos.



4. HERMETICIDAD AL AIRE

La envolvente deberá ser lo más hermética posible controlando las infiltraciones de aire no deseadas.

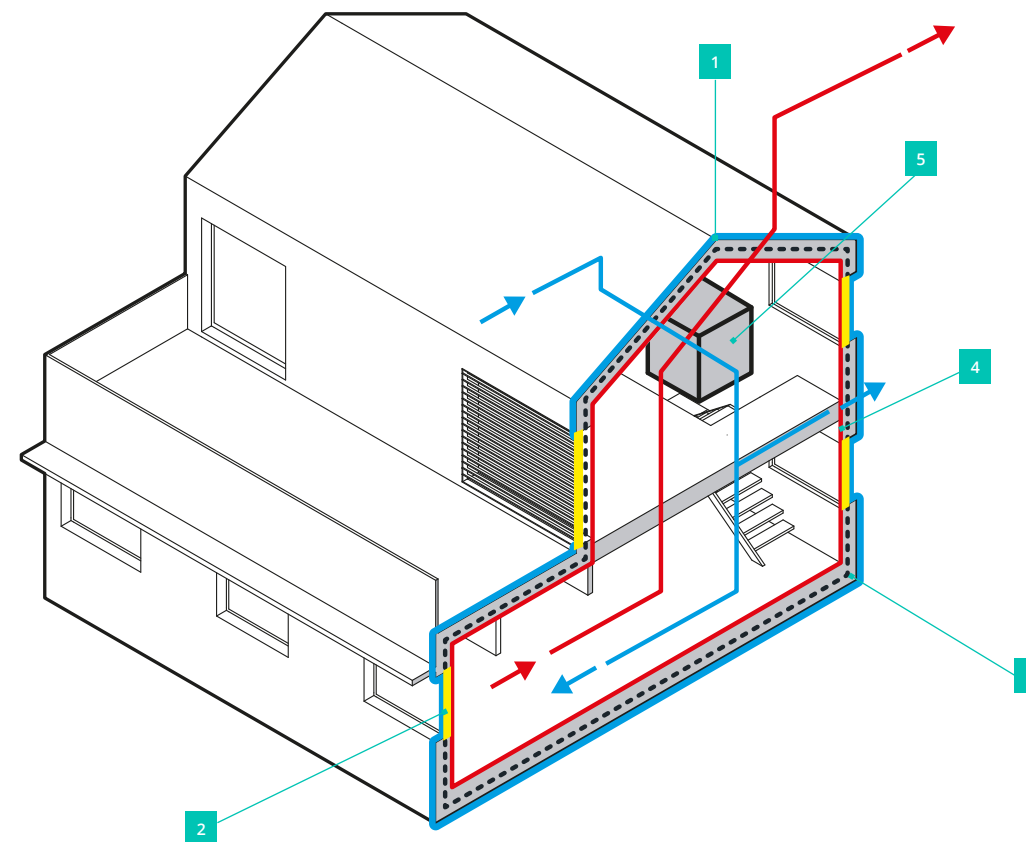
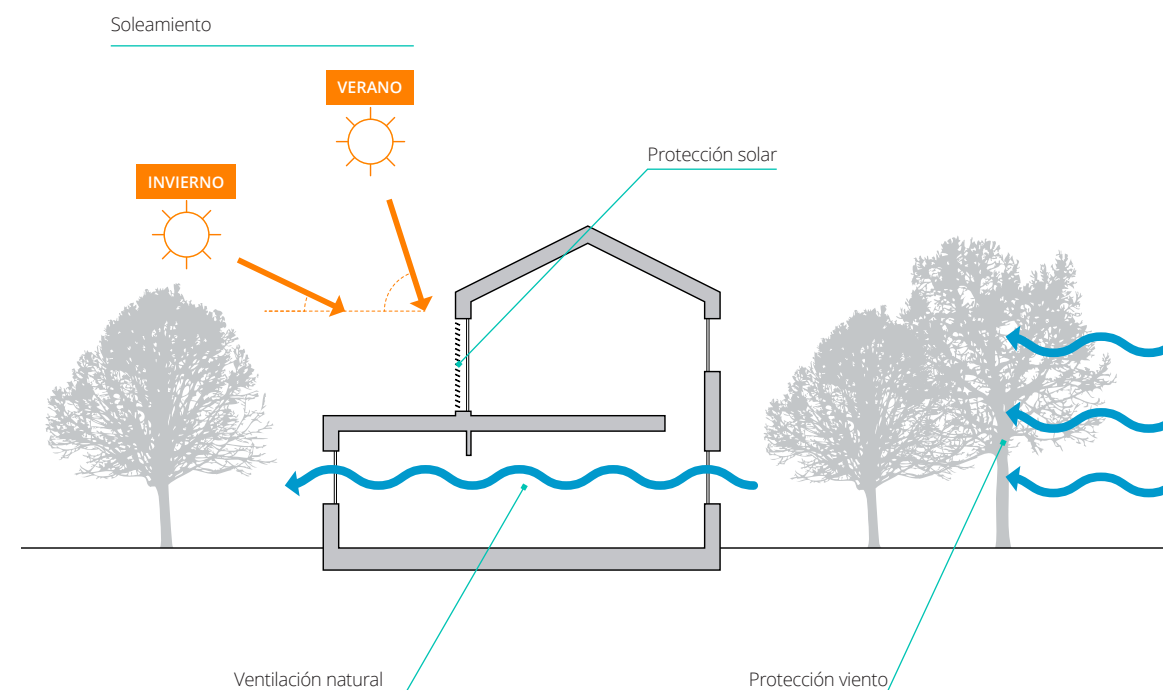


5. VENTILACIÓN MECÁNICA CON RECUPERADOR DE CALOR.

Será necesario colocar un sistema de ventilación mecánica que a través de un recuperador de calor que consiga garantizar una calidad del aire saludable sin perder la temperatura en el interior.

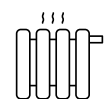
El recuperador de calor intercambia el calor del aire interior hacia el aire fresco que se introduce del exterior y que es filtrado previamente, atemperándolo y por lo tanto reduciendo el consumo energético de calefactarlo en invierno. En verano el "by pass" nocturno permite refrigerar la vivienda sin producirse intercambio.

Este sistema de ventilación aumenta el confort térmico de todo el edificio, reduce las pérdidas de energía al recuperar el calor de extracción, reduce las molestias por malos olores, evita la concentración y acumulación de contaminantes, limita la humedad del aire y evita la concentración de CO₂.



OBJETIVOS Y REQUISITOS DE LA CERTIFICACIÓN

El objetivo al diseñar con el estándar es limitar la demanda de energía para calefacción y refrigeración.



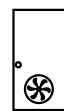
CALEFACCIÓN

Demanda máxima calefacción de 15kWh/m²a



REFRIGERACIÓN

Demanda máxima refrigeración de 15kWh/m²a



HERMETICIDAD

La edificación deberá superar el test "Blowerdoor" en el que se miden las renovaciones por hora con una diferencia de presión de 50 pascales. Valor de ensayo no superior a las 0,6 renovaciones/h (con n50)



DEMANDA ENERGÍA RENOVABLE Y GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE.

Se introducirán energías renovables como fuente de producción energética principal en los proyectos:

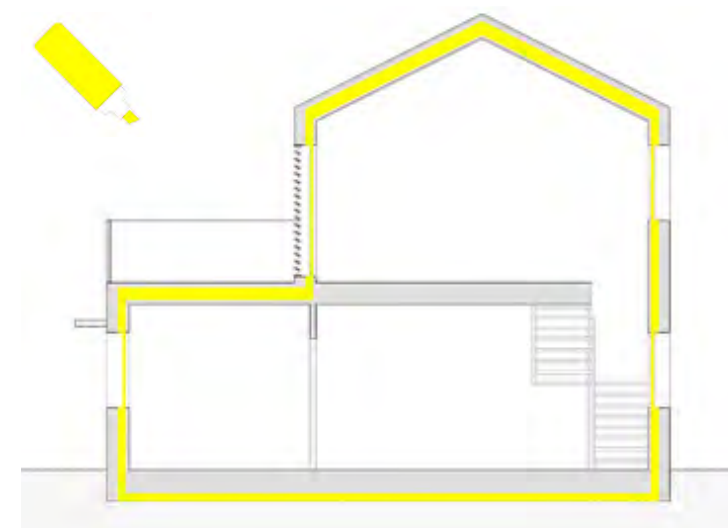
- Passivhaus Classic: Demanda de energía renovable $\leq 60\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Passivhaus Plus: Demanda de energía renovable $\leq 45\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Generación de energía renovable (con referencia a la huella proyectada del edificio $\geq 60\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$).

- Passivhaus Premium: Demanda de energía renovable $\leq 30\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

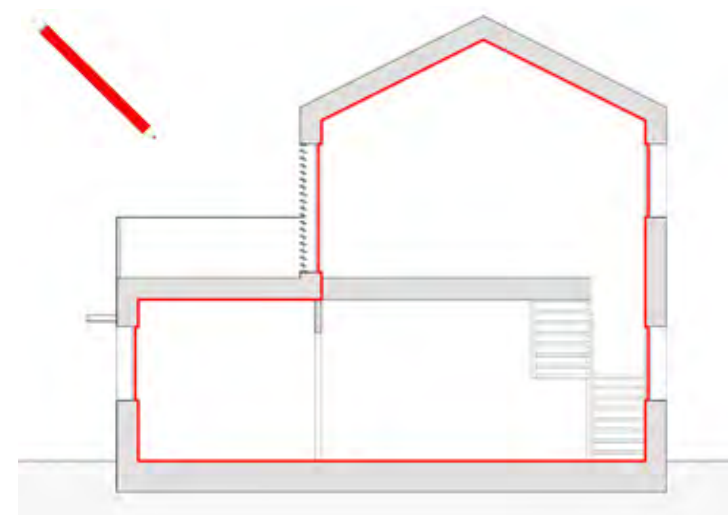
Generación de energía renovable (con referencia a la huella proyectada del edificio $\geq 120\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$).

LA ENVOLVENTE



AISLAMIENTO: REGLA DEL ROTULADOR

Se deberá verificar que se puede dibujar el aislamiento de la edificación mediante una línea continua por toda la envolvente sin levantar el rotulador. De esta manera se minimizarán los puentes térmicos y se garantizará un alto nivel de confort en el interior. El proyectista deberá dibujar esta línea continua tanto en los planos de plantas como en las secciones. El grosor de la línea dibujada con rotulador deberá ser equivalente al grosor del aislamiento (a escala).



ESTANQUEIDAD AL AIRE: REGLA DEL LÁPIZ

Se deberá verificar que se puede trazar una línea continua por el interior de la envolvente sin levantar el lápiz representando la línea de estanqueidad al aire.

Esto ayudará al proyectista a identificar los puntos críticos en la continuidad de la barrera de hermeticidad al aire.

LA IMPORTANCIA DE LA ESTANQUEIDAD AL AIRE.

Cumplir con estas dos reglas (la del rotulador con el aislamiento y la del lápiz con la hermeticidad al aire) es de suma importancia tanto para conseguir un edificio más eficiente y reducir los gastos energéticos originados por las demandas de climatización como para que sea confortable. De poco habrá valido la pena el esfuerzo de aumentar el espesor de la capa de aislamiento en una vivienda, si no se han controlado las infiltraciones de aire no deseadas, ya que parte de la energía generada en el interior se estaría escapando de forma incontrolada por la envolvente.

La demanda de calefacción y refrigeración está directamente ligada a la estanqueidad de la envolvente en el edificio.

Pero no solo es importante por razones energéticas, si no que la hermeticidad también juega un papel importante en el confort interior de una vivienda, reduciendo la posibilidad de corrientes de aire.

Construir de una manera hermética es además importante para evitar condensaciones intersticiales en los elementos constructivos del cerramiento, lo que redundaría en evitar a su vez futuros daños estructurales y en conseguir una mayor durabilidad del edificio.

Por otra parte, se reduce la entrada de contaminantes en el aire interior, como por ejemplo el radón y se consigue mayor aislamiento acústico por parte del cerramiento, al no tener fugas por las que se cuele el sonido.

Otro punto importante que no se debe confundir es la hermeticidad al aire con la protección al viento: la hermeticidad evita el flujo del aire del interior al exterior y viceversa y es colocada normalmente en el lado caliente del aislamiento. La protección al viento previene la entrada de aire exterior en la capa de aislamiento, lo que reduciría su capacidad aislante y suele colocarse en la capa exterior del cerramiento.

El ensayo más utilizado para analizar y controlar el nivel de infiltraciones en una edificación es el conocido como "Blower door".

Es importante no confundir la permeabilidad al aire, con la permeabilidad al paso del vapor de agua a través de un cerramiento. Por lo que un material utilizado para conseguir la hermeticidad puede permitir la transpiración del cerramiento.

El **superPan Tech P5** además de ser un tablero estructural que funciona como arriostramiento de la estructura de entramado ligero, es un tablero que consigue un alto nivel de estanqueidad al aire pero siendo a la vez permeable al vapor de agua.

Siempre se deberá desarrollar por parte del técnico un análisis higrométrico del cerramiento, para dirimir si además de la capa hermética para evitar el paso del aire, se necesita una barrera de vapor para evitar las condensaciones intersticiales en el cerramiento.

El **superPan VapourStop** es un tablero estructural que funciona como arriostramiento de la estructura de entramado ligero, y a su vez consigue tanto un alto nivel de estanqueidad al aire como alta resistencia a la difusión del vapor de agua.

¿QUÉ ES EL BLOWER DOOR?

Se trata de un ensayo que mide la capacidad hermética de una construcción y la estanqueidad al aire. Para conseguir construir de manera eficiente es necesario controlar las pérdidas por infiltraciones de aire. Las infiltraciones de aire a través de la envolvente son intercambios de aire no deseados y se pueden dar por varias razones: porosidad del material, juntas,...

El ensayo se realiza conforme a la norma EN13829 y debe ser realizado por un experto independiente al proceso de certificación del edificio.

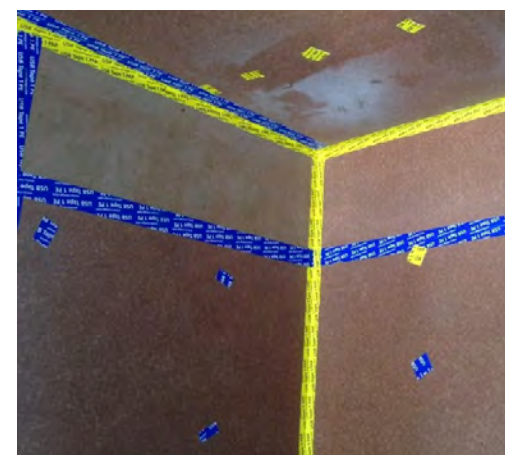
Para la realización del ensayo será necesario un marco ajustable, con una lona y un ventilador, colocado normalmente en el acceso principal y conectado a un equipo informático que procesará los resultados. El ventilador despresurizará o presurizará el espacio interior hasta conseguir una diferencia de presión interior-exterior de 50 pascales.

El procedimiento cuenta con los siguientes pasos a realizar:

- Toma de datos e introducción en el software: serán necesarios datos que puedan influir en la hermeticidad del edificio como por ejemplo: la superficie, el volumen, el grado de exposición al viento, la superficie de ventanas...
- Sellado de la envolvente: se cierran las puertas y ventanas de la envolvente exterior y se sellan todas las entradas de aire provisionales.
- Se coloca el marco con el ventilador en el acceso principal y se despresuriza (o se presuriza) hasta conseguir una diferencia de presión entre el interior y el exterior de 50 pascales.

Una vez obtenidos los resultados del ensayo se determina el grado de estanqueidad del mismo. Se compara la tasa de infiltraciones respecto al volumen interno de la edificación y se mide en **nº de renovaciones de aire por hora**.

El estándar Passivhaus establece un **límite de 0,6 renovaciones de aire por hora**.



Realización ensayo Blower door.
Vivienda Valdemorillo.
RC Arquitectura y 100x100madera
Valor n50 = 0,45 ren/h
Capa estanqueidad:
Tableros superPan Tech P5, acompañados de cintas de estanqueidad para tratamientos de juntas, encuentros y fijaciones.

PRODUCTOS CON CERTIFICACIÓN PASSIVHAUS COMPONENT A LA ESTANQUEIDAD AL AIRE

El instituto Passivhaus certifica componentes constructivos, con un alto rendimiento energético, garantizando su contribución positiva al resultado final y facilitando la labor de certificación de una edificación.

En el caso de componentes certificados a la estanqueidad del aire, el Passivhaus Institut clasifica en varias clases según el nivel obtenido:

CLASE	PERMEABILIDAD POR UNIDAD ÁREA @ 50 Pa [m³/(hm²)]
A	≤ 0.10
B	≤ 0.18
C	≤ 0.25

SUPERPAN TECH P5 (15MM)



COMPONENTES:

- Tablero superPan Tech P5 (de 15mm)
- Cintas de estanqueidad SIGA: Sicrall 60 y Fentrim 20 50/85.

Consiguiendo un resultado de permeabilidad de:

0,09 m³/(hm²)]

SIGA[®]



CERTIFICADO phA

SUPERPAN TECH P5 (18MM)



COMPONENTES:

- Tablero superPan Tech P5 (de 18mm)
- Cintas de estanqueidad SIGA: Sicrall 60 y Fentrim 20 50/85.

Consiguiendo un resultado de permeabilidad de:

0,07 m³/(hm²)]

SIGA[®]



CERTIFICADO phA

SUPERPAN VAPOURSTOP



COMPONENTES:

- Tablero superPan Vapourstop de 12mm:

Tablero estructural clase técnica P5, especialmente indicado para su uso como solución en cerramientos que asegura un alto nivel de estanqueidad al aire e incorpora la barrera al vapor de agua.

- Cintas de estanqueidad SIGA: Sicrall 60 y Fentrim 20 50/85.

Consiguiendo un resultado de permeabilidad de:

0,01 m³/(hm²)]

SIGA[®]



CERTIFICADO phA

MADERA Y PASSIVHAUS

SOSTENIBILIDAD, AHORRO Y CONFORT

Aunque el estándar Passivhaus no plantea ningún sistema constructivo en concreto, lo cierto es que forma una unión perfecta con la madera a la hora de alcanzar un alto nivel de sostenibilidad, de ahorro energético y de confort de los edificios, tema que está cobrando cada vez más importancia.

La Directiva europea de Eficiencia Energética de los Edificio 2010/31 exige a los estados miembros de la Unión Europea que:

- Los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo después del 31 de diciembre de 2018.
- Todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo a más tardar el 31 de diciembre de 2020.

Es por lo tanto un nuevo tiempo para la arquitectura y la construcción, marcada por la sostenibilidad, lo que ya está transformando la forma que diseñar, construir y utilizar un edificio, en donde se busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el impacto que generan en nuestro entorno.

Como sector, en la actualidad la construcción es responsable del 40% de las emisiones de CO₂ que se emiten a la atmósfera, generando el 30% de los residuos sólidos del planeta y suponiendo el 20% de la contaminación de las aguas.

Por eso, reducir el impacto que el sector de la construcción tiene sobre el medioambiente resulta esencial. De aquí que no solo sea fundamental reducir las emisiones de CO₂ que un edificio emite por el consumo de energía en su vida útil, sino también reducir las emisiones de CO₂ que se generan en el proceso de construcción del mismo.

La huella de carbono que genera un edificio se debe en una parte muy grande al material con el que se construye, o lo que es lo mismo, a la cantidad de emisiones de CO₂ que se emiten a la atmósfera en todo el ciclo de vida de los materiales con los que construimos, desde el proceso de extracción de la materia prima, fabricación, manufacturación, transporte, tratamiento de los desperdicios o residuos...).



Como material de construcción, la madera ofrece muchos beneficios ambientales en comparación con otros materiales de construcción, ya que es el único material que al final de su ciclo de vida consigue una huella de carbono negativa, compensa las emisiones de CO₂ emitidas en su producción con la cantidad de CO₂ que absorbe de la atmósfera cuando es árbol y que necesita para su crecimiento.

EMISIONES DE CO₂

En la siguiente tabla se puede ver la comparación entre las emisiones netas de CO₂ producidas por diferentes materiales, incluyendo la capacidad de absorber carbono:

EMISIONES NETAS DE CO ₂ PRODUCIDAS POR MATERIALES	
MATERIAL	EMISIONES NETAS CO ₂
PVC	4500
ACERO	16900
ALUMINIO	27000
LADRILLO	150
PREFABRICADO HORMIGÓN	350
MADERA ASERRADA	-650

Fuente: RST. Environmental Reporting for Building Materials, 1998,2001 and Ministry for Environment, Denmark.

Además, en comparación con otras industrias, el consumo de energía necesario para la fabricación de la madera es muy inferior al de otras industrias. Tomando como referencia la energía necesaria para fabricar 1kg de madera:

- Para fabricar 1Kg de hormigón se necesitan **4 veces más** energía.
- Para fabricar 1kg de acero **60 veces más**.

Fuente: Eficacia estructural y energética de la madera como material de construcción. Francisco Arriaga.

ES NATURAL, RENOVABLE Y RECICLABLE.

La madera es un recurso que proviene directamente de la naturaleza, renovable porque se puede restaurar por procesos naturales a una velocidad superior a la del consumo humano y reciclable porque al final de su vida útil se puede recuperar para diferentes usos, generando una auténtica economía circular.



CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Se trata de un material más aislante, con baja conductividad térmica, Resultando ser un material más aislante 17 veces que el hormigón armado y 380 veces que el acero aproximadamente.

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	
MATERIAL	λ (W/Mk)
ALUMINIO	230
ACERO	50
ACERO INOXIDABLE	17
HORMIGÓN ARMADO	2,30
MADERA	0,13

Conductividad térmica de materiales de construcción. Fuente: RST. Catálogo de elementos constructivos del CTE

SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN EN SECO Y POSIBILIDAD DE INDUSTRIALIZACIÓN

Los sistemas constructivos en madera, son sistemas “en seco” cuyo proceso se puede industrializar, montando gran parte de los elementos en taller (tanto en sistemas de entramado ligero como con paneles de CLT), con lo que se genera un tipo de construcción más rápido (en el que se mejora de la productividad al conseguir trabajar una mayor parte del tiempo alejado de las inclemencias meteorológicas, aumentando a su vez la seguridad y la salud de los trabajadores), con una reducción muy importante en la generación de residuos en obra y con un mayor control de la calidad del sistema.

ALTA CAPACIDAD DE REGULACIÓN DE LA HUMEDAD

Por ser un material higroscópico reacciona ante los cambios de humedad. Los materiales higroscópicos absorben y liberan humedad regulando la humedad relativa del aire en un espacio interior cerrado. Aportando en cuanto al confort y a la calidad del aire interior.

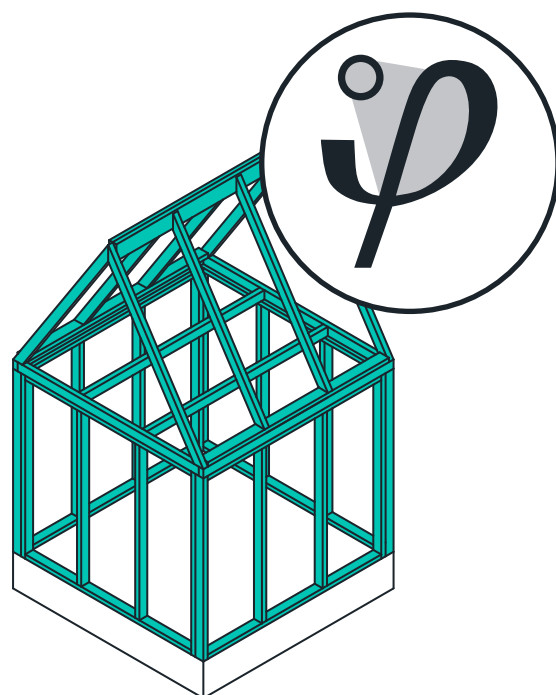
Por todas estas cosas, la construcción con madera es una buena ayuda para conseguir una construcción más sostenible, en búsqueda de la eficiencia energética y muy alineada con los principios del estándar Passivhaus.

EJEMPLOS ENTRAMADO LIGERO + PASSIVHAUS

El entramado ligero es un sistema constructivo que presenta varias ventajas que le permite alcanzar los estándares del Passivhaus fácilmente.

Uno de los puntos importantes de este sistema ligado al Passivhaus es que permite la incorporación de espesores altos de aislamiento en el interior del cerramiento, entre los montantes de la estructura de entramado, para poder conseguir el nivel de transmitancia térmica deseado.

Por otro lado, el arriostramiento de la estructura normalmente se realiza mediante tableros estructurales, como el superPan Tech que ya es capa de hermeticidad al aire, si se tratan adecuadamente las juntas, encuentros y perforaciones en el mismo. Además este tipo de estructura permite una gran variedad de acabados exteriores.



D1 MURO ENTRAMADO LIGERO + SISTEMA SATE

D2 MURO ENTRAMADO LIGERO + FACHADA VENTILADA

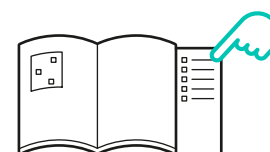
D3 CUBIERTA INCLINADA VENTILADA ENTRAMADO LIGERO

D4 CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE VENTILADA CON ESTRUCTURA DE ENTRAMADO LIGERO OCULTA

D5 CUBIERTA PLANA TRANSITABLE CON ESTRUCTURA DE ENTRAMADO LIGERO OCULTA



PASSIVHAUS CON
**ENTRAMADO
LIGERO**



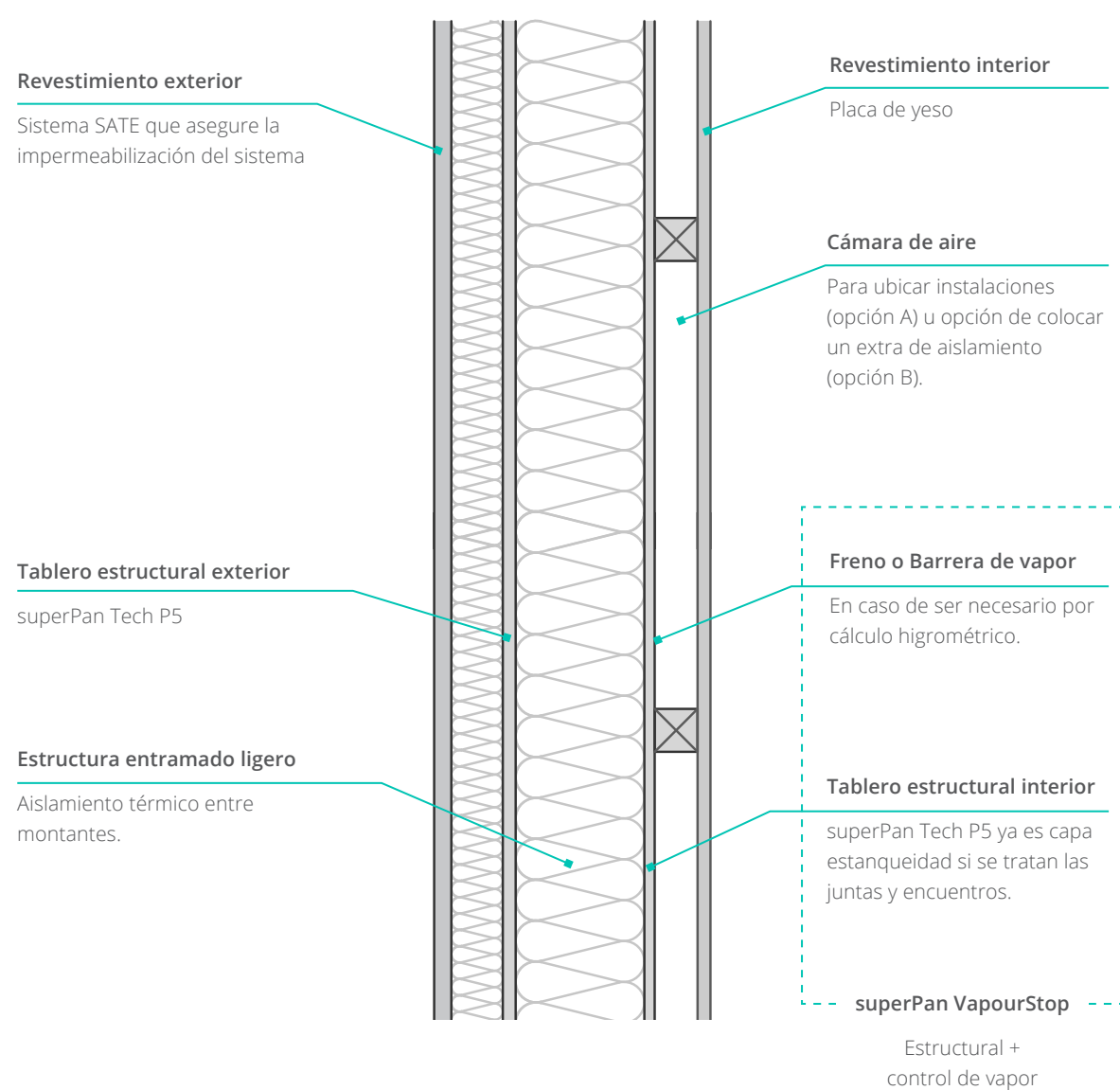
Recuerda que puedes acceder a la leyenda de los diferentes esquemas en la solapa derecha.

D1

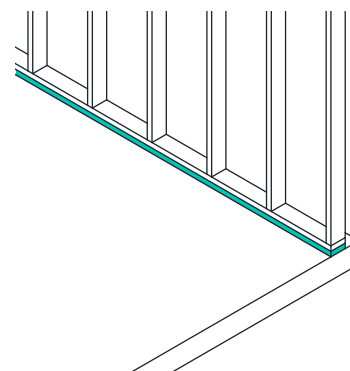
MURO CON ESTRUCTURA DE ENTRAMADO LIGERO Y ACABADO EXTERIOR SATE

DESCRIPCIÓN

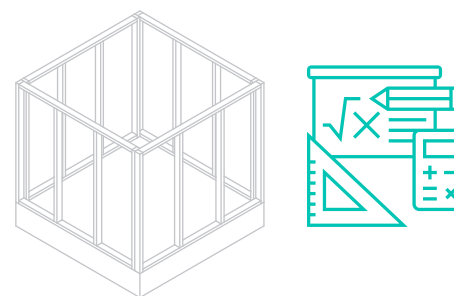
Muro de cerramiento exterior con estructura de entramado ligero y acabado exterior realizado con sistema SATE, compuesto por:



CONSEJOS



Se deberá colocar una pieza de protección entre el arranque de la estructura de entramado ligero y la solera. Esta pieza "durmiente" puede ser de madera tratada o de una madera con una durabilidad natural muy alta.

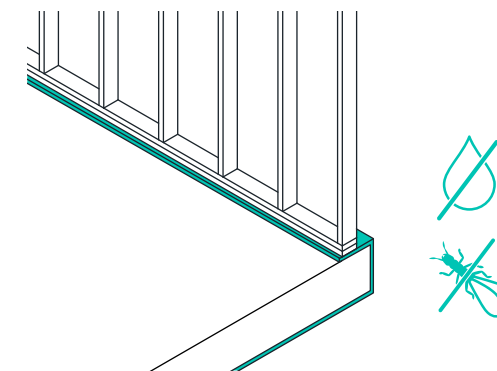


La configuración del cerramiento en su distribución y espesores deberá ser calculada y estudiada por el técnico, para conseguir unas condiciones higrotérmicas óptimas según la zona y las condiciones concretas de la obra.

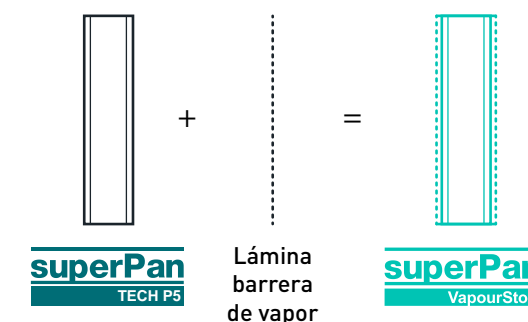
superPan TECH P5 **superPan VapourStop**



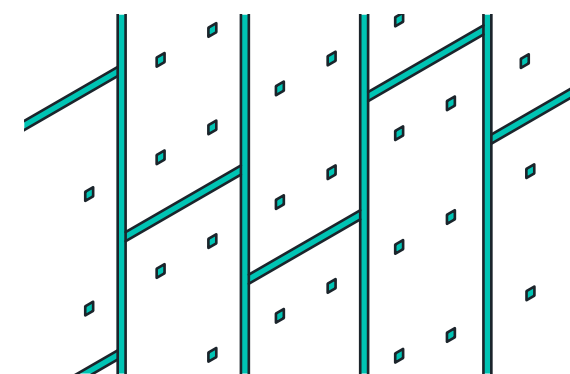
Tanto el superPan Tech P5 como el superPan VapourStop están certificados a la estanqueidad al aire, por el Passivhaus Institute, clase phA, no siendo necesaria la colocación de una lámina estanca a mayores.



Importante impermeabilizar por debajo del durmiente de protección. Esta lámina impermeable puede ser también antitermitas para evitar el ataque de insectos xilófagos y puede ir en prolongación a la impermeabilización de la cimentación.

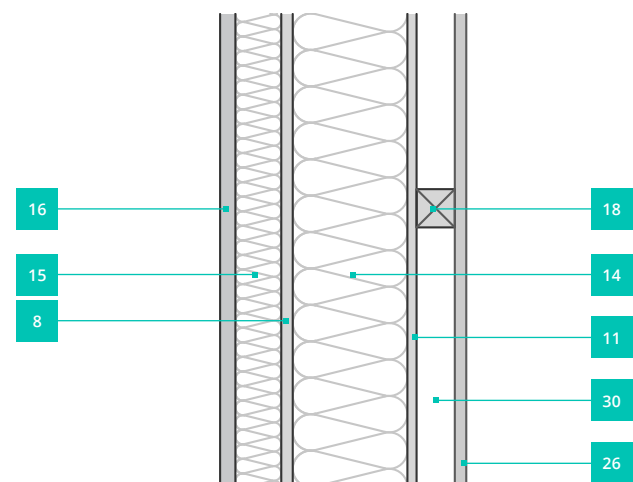


El tablero interior superPan Tech P5, se puede sustituir por un tablero superPan VapourStop para poder prescindir de la lámina freno de vapor (se debe comprobar con cálculo higrotérmico), gracias a su elevada resistencia a la difusión del vapor de agua. En caso de utilizar superPan vapourStop se colocará por la cara caliente del aislamiento para evitar condensaciones intersticiales.



Para conseguir la continuidad de la capa de estanqueidad formada por la capa de tablero superPan Tech P5 o superPan VapourStop, se deberán colocar cintas de estanqueidad en juntas y encuentros entre tableros y con los demás materiales.

OPCIÓN A: SIN AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

La transmitancia térmica del cerramiento está afectada por los puntos en los que se encuentran los montantes del entramado ligero, aunque este hecho no influye en exceso debido a la baja conductividad térmica de la madera, por lo que no se ha tenido en cuenta en este cálculo.

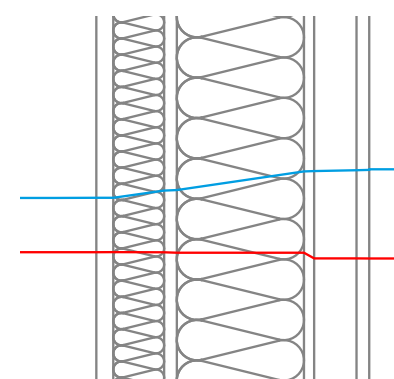
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con sus características propias.

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Mortero acabado SATE	15	1,30	0,01	10
Panel aislante de lana de roca para SATE	60	0,035	1,71	1
superPan Tech P5	15	0,14	0,11	66
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	150	0,036	4,17	1
superPan VapourStop	12	0,15	0,08	1150
C. de aire no ventilada	50	-	0,18	0
Placa de yeso	15	0,025	0,06	4
Transmitancia U= 0,153				

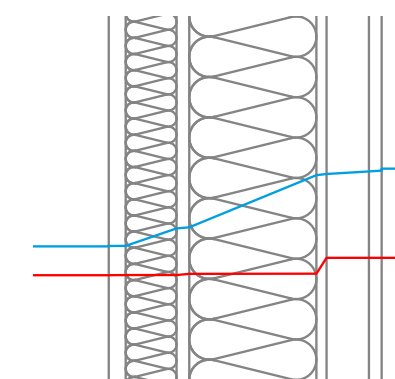
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

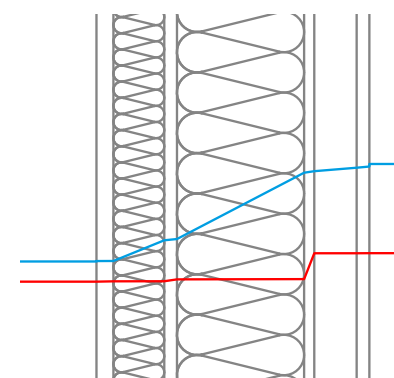
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



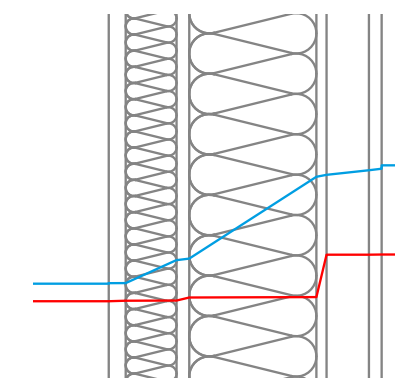
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



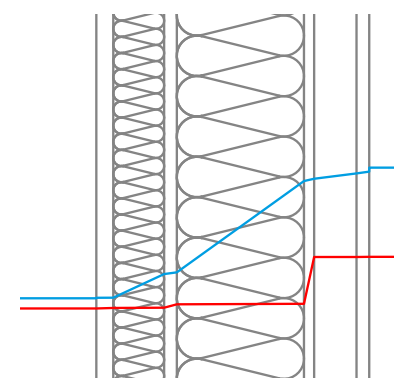
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



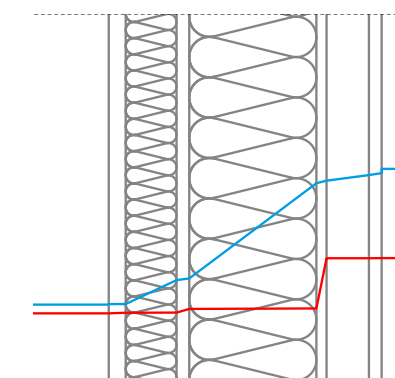
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%

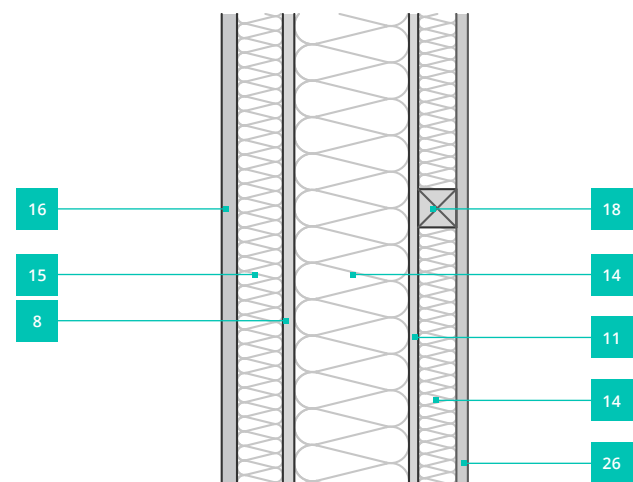


Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

OPCIÓN B: CON AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

La transmitancia térmica del cerramiento está afectada por los puntos en los que se encuentran los montantes del entramado ligero, aunque este hecho no influye en exceso debido a la baja conductividad térmica de la madera, por lo que no se ha tenido en cuenta en este cálculo.

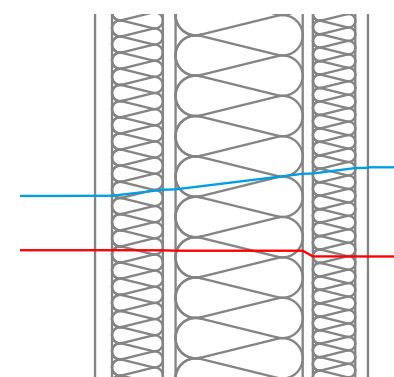
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con sus características propias.

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Mortero acabado SATE	15	1,30	0,01	10
Panel aislante de lana de roca para SATE	60	0,035	1,71	1
superPan Tech P5	15	0,14	0,11	66
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	150	0,036	4,17	1
superPan VapourStop	12	0,15	0,08	1150
C. De aire no ventilada	50	1,39	0,18	1
Placa de yeso	15	0,025	0,06	4
Transmitancia U= 0,130				

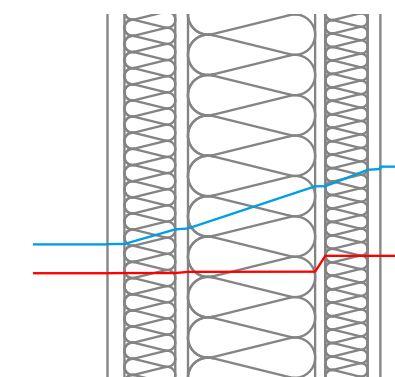
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

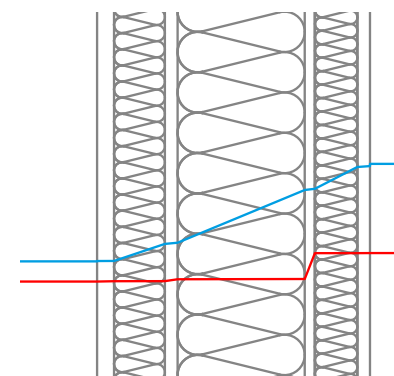
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



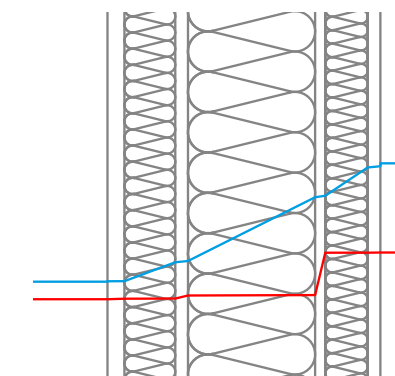
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



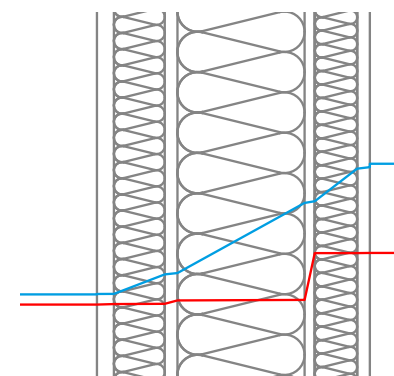
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



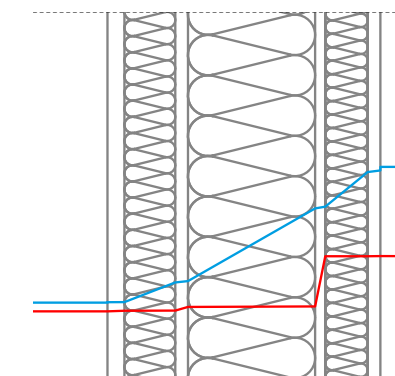
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%



Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



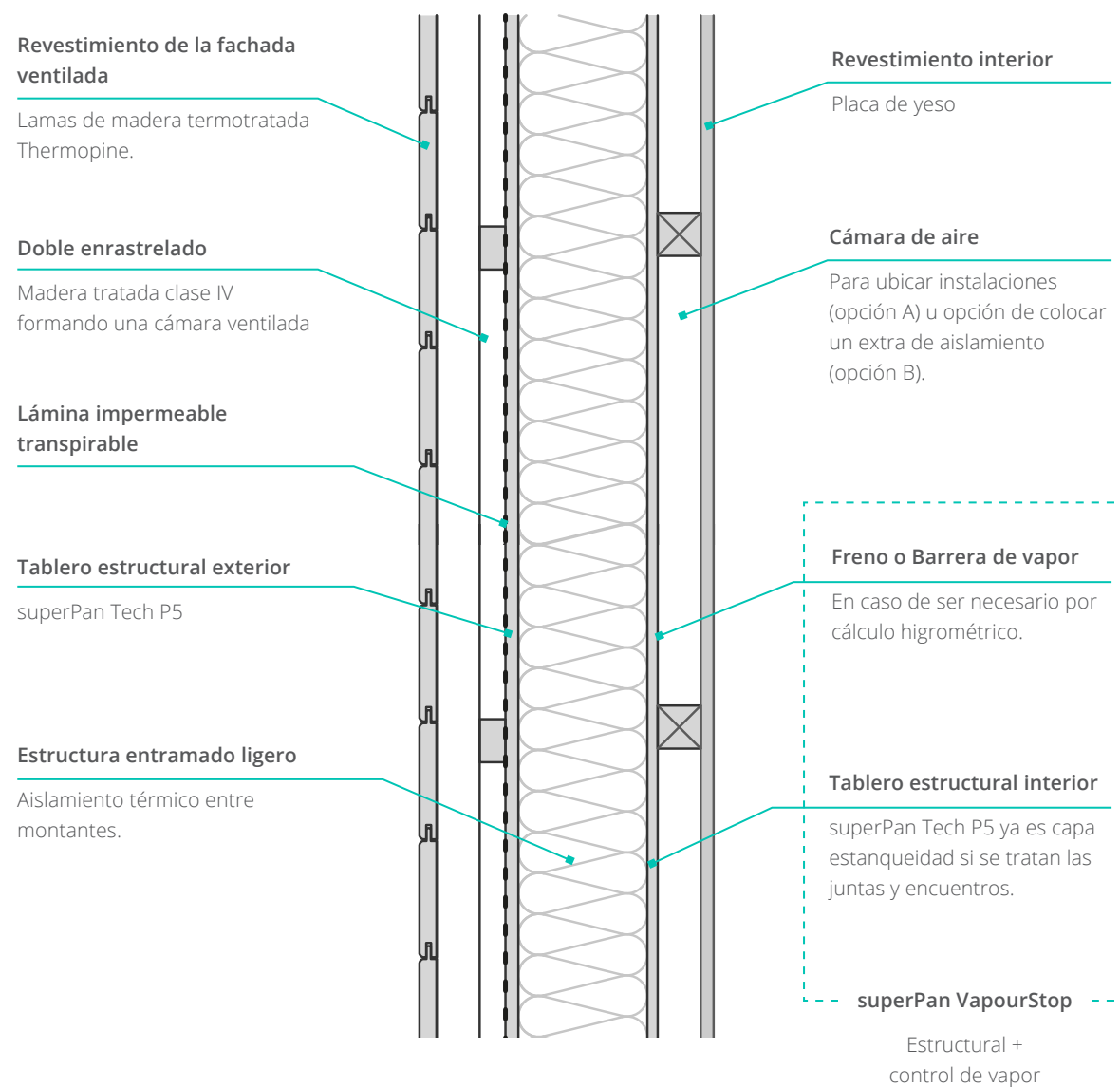
Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

D2

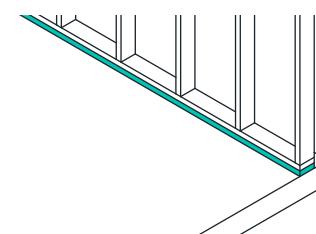
MURO CON ESTRUCTURA DE ENTRAMADO LIGERO Y FACHADA VENTILADA

DESCRIPCIÓN

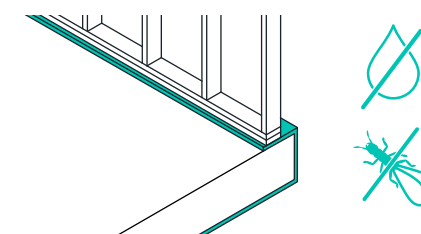
Muro de cerramiento exterior con estructura de entramado ligero y acabado exterior realizado con fachada ventilada de lamas de madera termotratada, compuesto por:



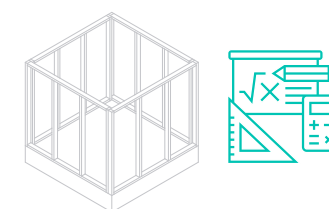
CONSEJOS



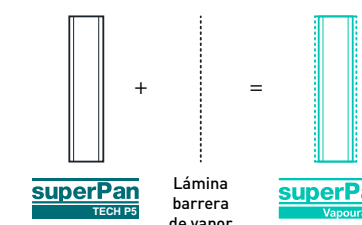
Se deberá colocar una pieza de protección entre el arranque de la estructura de entramado ligero y la solera. Esta pieza "durmiente" puede ser de madera tratada o de una madera con una durabilidad natural muy alta.



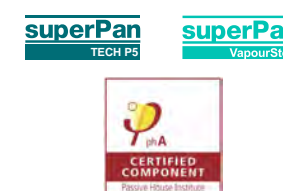
Importante impermeabilizar por debajo del durmiente de protección. Esta lámina impermeable puede ser también antitermitas para evitar el ataque de insectos xilófagos y puede ir en prolongación a la impermeabilización de la cimentación.



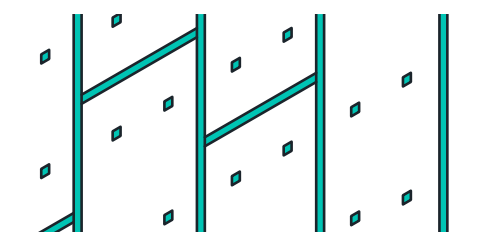
La configuración del cerramiento en su distribución y espesores deberá ser calculada y estudiada por el técnico, para conseguir unas condiciones higrotérmicas óptimas según la zona y las condiciones concretas de la obra.



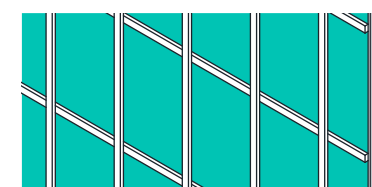
El tablero interior superPan Tech P5, se puede sustituir por un tablero superPan VapourStop para poder prescindir de la lámina freno de vapor (se debe comprobar con cálculo higrotérmico), gracias a su elevada resistencia a la difusión del vapor de agua. En caso de utilizar superPan vapourStop se colocará por la cara caliente del aislamiento para evitar condensaciones intersticiales.



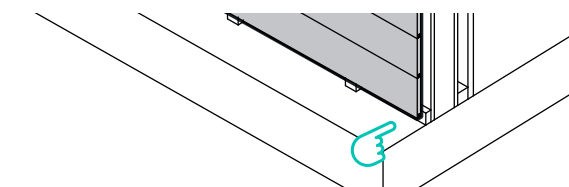
Tanto el superPan Tech P5 como el superPan VapourStop están certificados a la estanqueidad al aire, por el Passivhaus Institute, clase phA, no siendo necesaria la colocación de una lámina estanca a mayores.



Para conseguir la continuidad de la capa de estanqueidad formada por la capa de tablero superPan Tech P5 o superPan VapourStop, se deberán colocar cintas de estanqueidad en juntas y encuentros entre tableros y con los demás materiales.

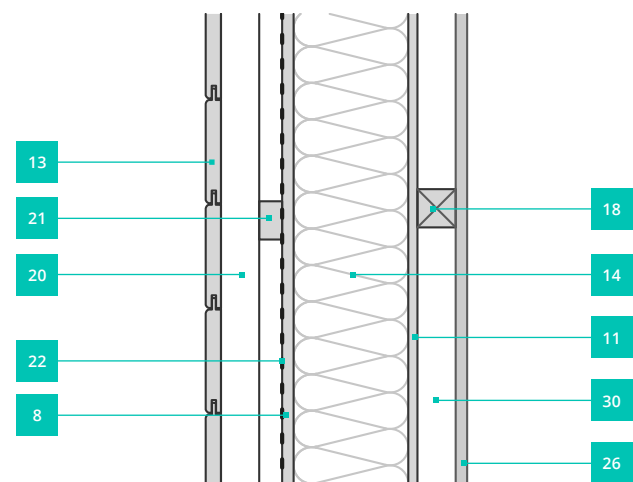


Será necesario colocar una lámina impermeable transpirable en la cámara ventilada sobre el tablero estructural para proteger al interior del cerramiento de la posible entrada de agua del exterior.



Se deberá separar el arranque de la fachada ventilada del terreno para aumentar su durabilidad.

OPCIÓN A: SIN AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

La transmitancia térmica del cerramiento está afectada por los puntos en los que se encuentran los montantes del entramado ligero, aunque este hecho no influye en exceso debido a la baja conductividad térmica de la madera, por lo que no se ha tenido en cuenta en este cálculo.

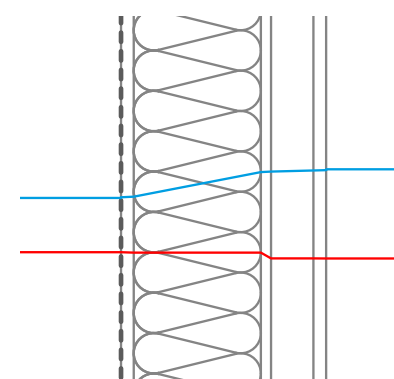
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con sus características propias.

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Lama de madera termotratada	-	-	-	-
Doble enrastrelado de madera tratada	-	-	-	-
Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	0,00	37
superPan Tech P5 15mm	15	0,14	0,11	66
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	150	0,036	4,17	1
superPan VapourStop	12	0,15	0,08	1150
CÁMARA de aire no ventilada	50	-	0,18	0
Placa de yeso	15	0,025	0,06	4
Transmitancia U= 0,206				

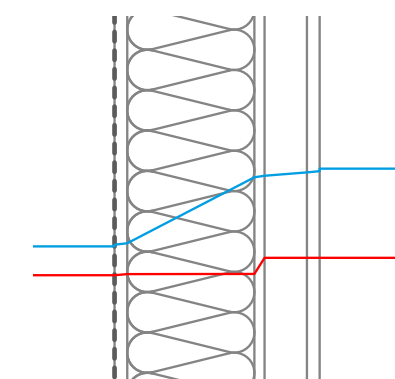
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

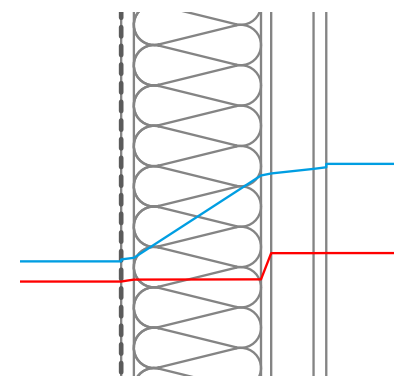
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



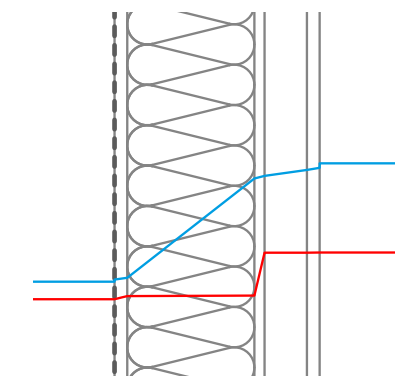
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



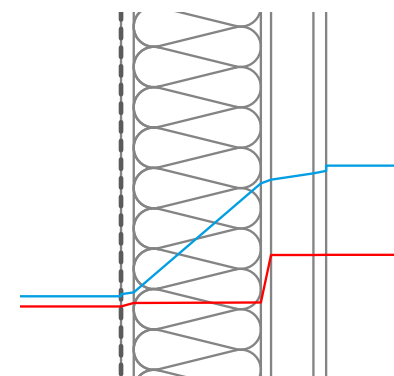
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



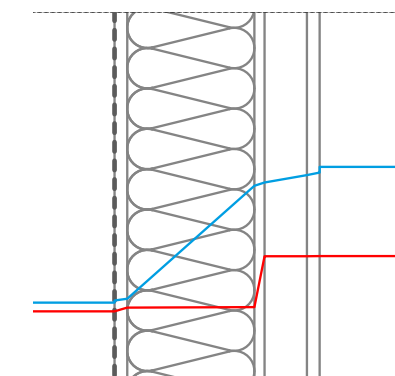
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%

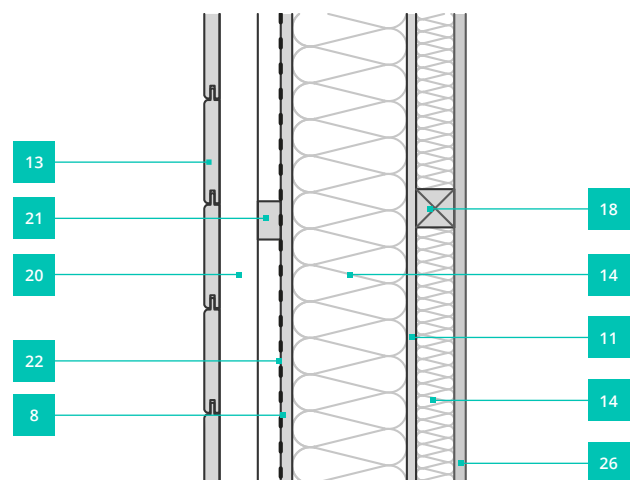


Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

OPCIÓN B: CON AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

La transmitancia térmica del cerramiento está afectada por los puntos en los que se encuentran los montantes del entramado ligero, aunque este hecho no influye en exceso debido a la baja conductividad térmica de la madera, por lo que no se ha tenido en cuenta para el este cálculo.

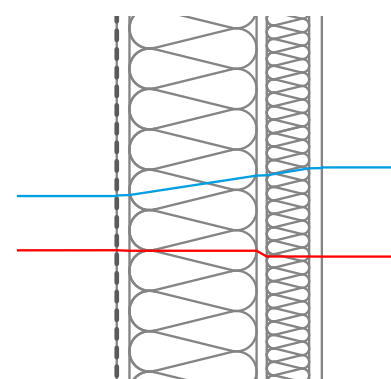
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con sus características propias.

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Lama de madera termotratada	-	-	-	-
Doble enrastrelado de madera tratada	-	-	-	-
Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	0,00	37
superPan Tech P5 15mm	15	0,14	0,11	66
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	150	0,036	4,17	1
superPan VapourStop	12	0,15	0,08	1150
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	50	0,036	0,139	1
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,165				

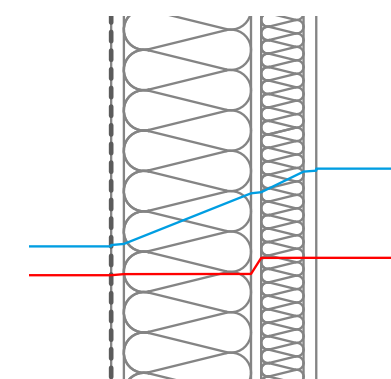
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

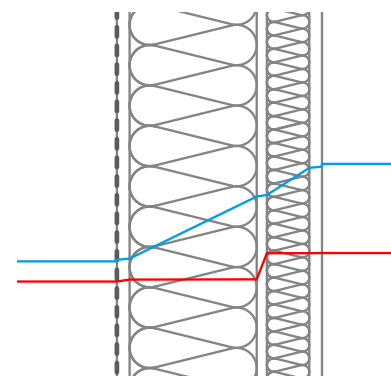
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



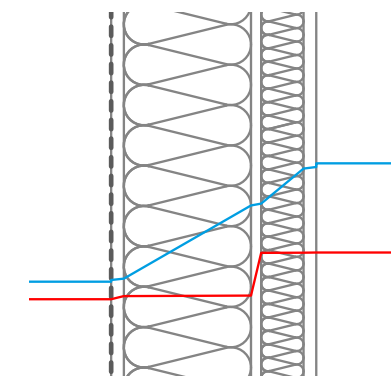
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



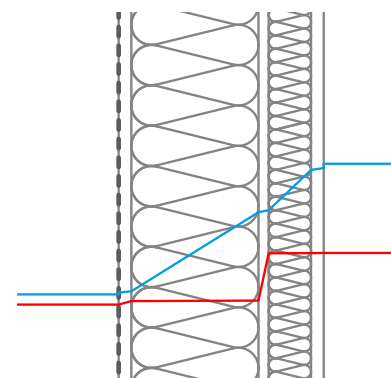
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



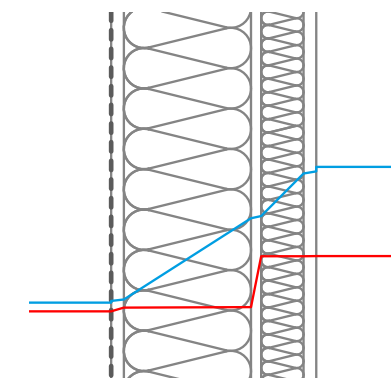
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%



Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



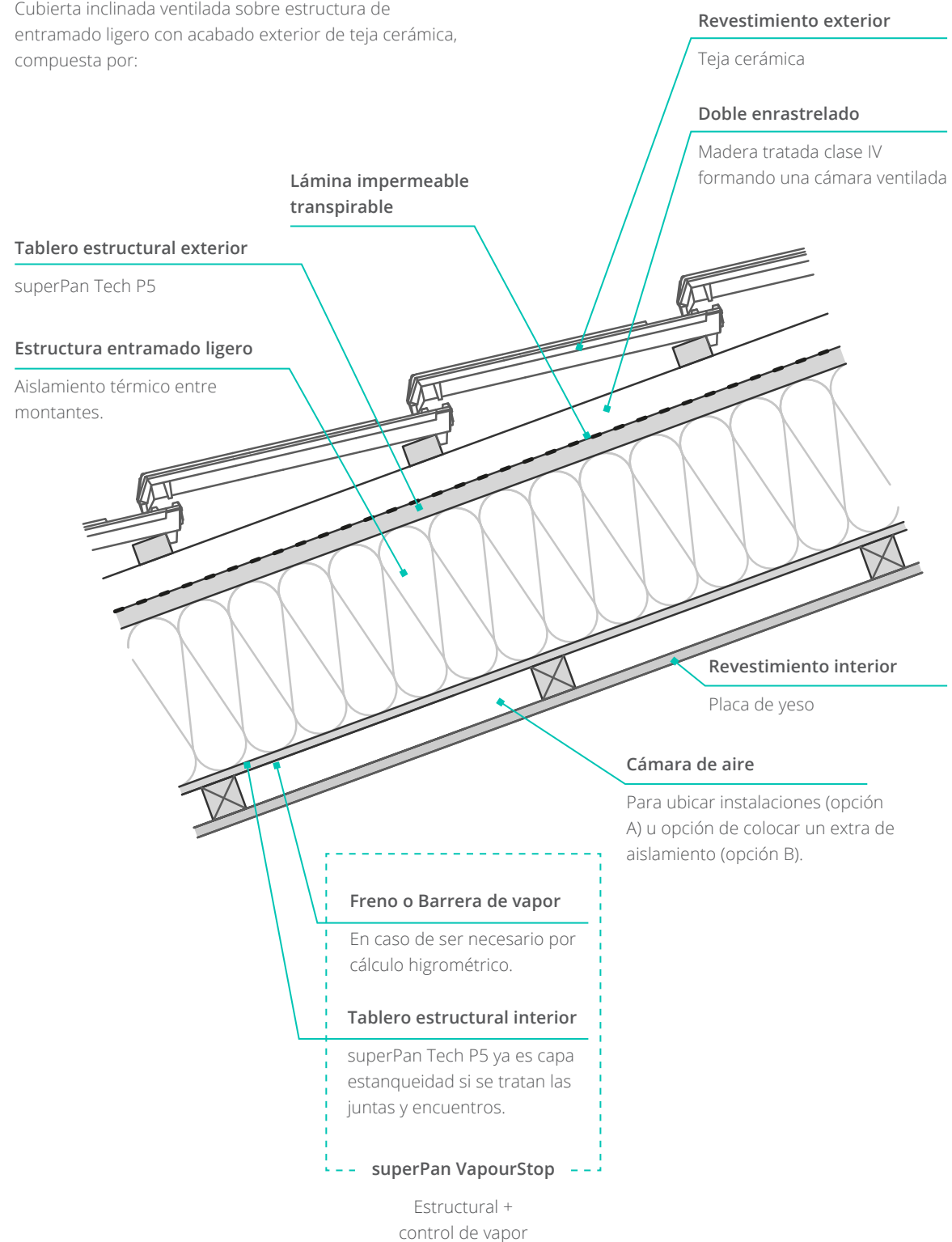
Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

D3

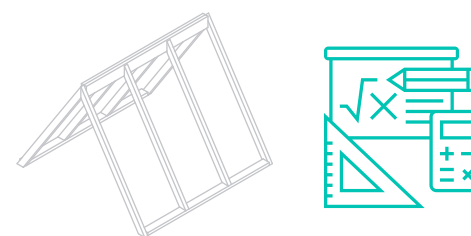
CUBIERTA INCLINADA VENTILADA CON ESTRUCTURA DE ENTRAMADO LIGERO

DESCRIPCIÓN

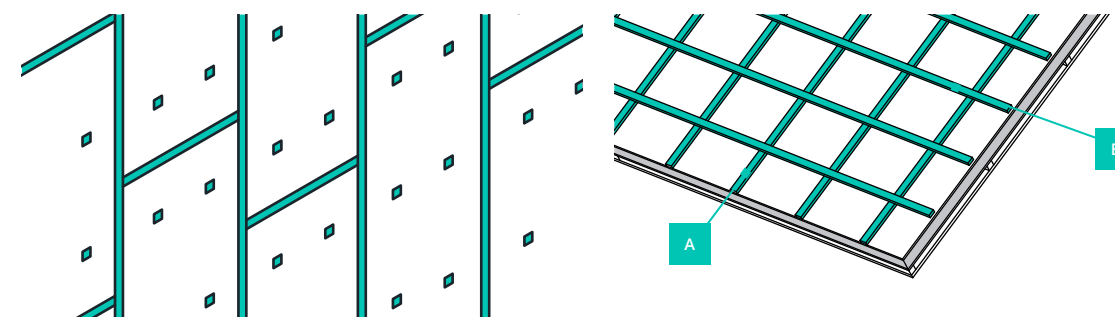
Cubierta inclinada ventilada sobre estructura de entramado ligero con acabado exterior de teja cerámica, compuesta por:



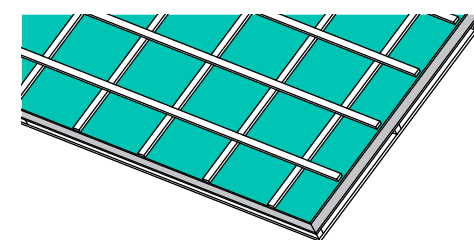
CONSEJOS



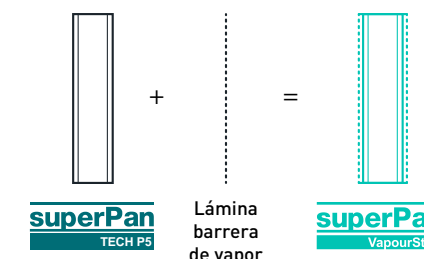
La configuración de la cubierta en su distribución y espesores de capas deberá ser calculada y estudiada por el técnico para conseguir unas condiciones higrotérmicas óptimas, para la obra en concreto.



Tanto el superPan Tech P5 como el superPan VapourStop están certificados a la estanqueidad al aire, por el Passivhaus Institute, clase phA, no siendo necesaria la colocación de una lámina estanca. Para conseguir la continuidad de la capa de estanqueidad se deberán colocar cintas de estanqueidad en las juntas y encuentros entre tableros (superPan Tech P5 o superPan VapourStop) y con los demás materiales.



Debajo de los rastreles y sobre el aislamiento, se protegerá mediante la aplicación de una lámina impermeable transpirable.

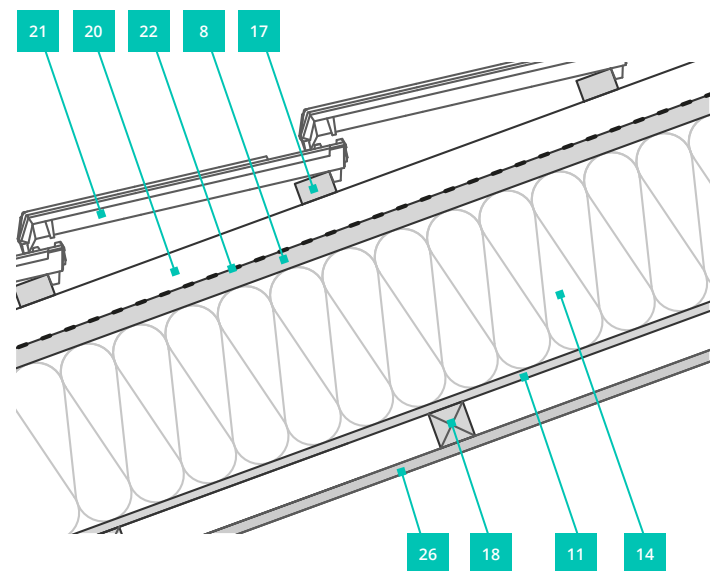


El tablero interior superPan Tech P5, se puede sustituir por un tablero superPan VapourStop para poder prescindir de la lámina freno de vapor, gracias a su elevada resistencia a la difusión del vapor de agua. Siempre se colocará en la cara caliente del aislamiento para evitar condensaciones intersticiales.

La cámara de aire será ventilada para garantizar la durabilidad de la cubierta. Para ello será necesario la colocación de un doble enrastrelado, permitiendo la correcta ventilación, con madera tratada para clase de riesgo IV.

- El rastrel más interior (A) se colocará con la dirección principal paralela a la pendiente de la cubierta de manera que permita la evacuación del agua que pueda llegar o producirse en la misma.
- El rastrel más exterior (B) se colocará con su dirección principal perpendicular a la pendiente de la cubierta, de manera que permita la colocación de las tejas.

OPCIÓN A: SIN AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

La transmitancia térmica del cerramiento está afectada por los puntos en los que se encuentran los montantes del entramado ligero, aunque este hecho no influye en exceso debido a la baja conductividad térmica de la madera, por lo que no se ha tenido en cuenta en el siguiente cálculo.

Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con sus características propias.

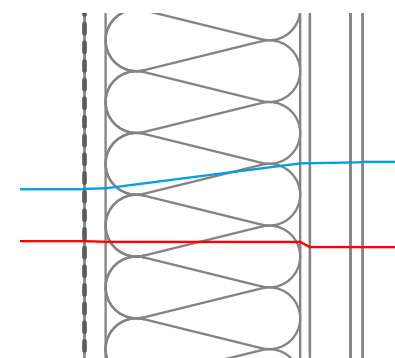
TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Teja cerámica plana	-	-	-	-
Doble enrastrelado de madera tratada	-	-	-	-
Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	0,00	37
superPan Tech P5 26mm	26	0,14	0,19	66
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	240	0,036	6,67	1
superPan VapourStop	12	0,15	0,08	1150
CÁMARA de aire no ventilada	50	-	0,18	0
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,136				

ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

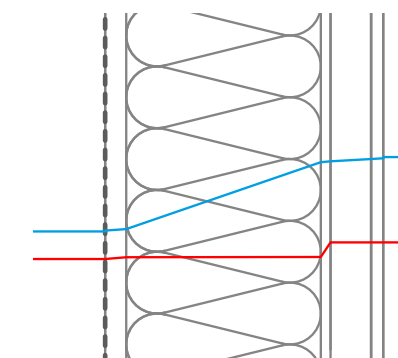
Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

Los diagramas se han girado hasta su vertical para facilitar su comprensión.

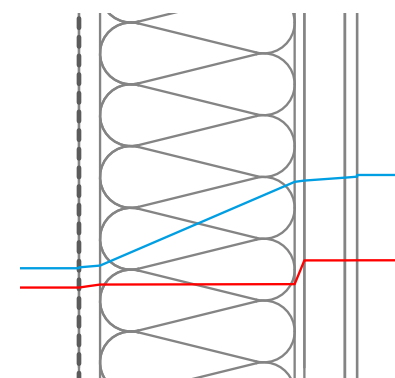
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



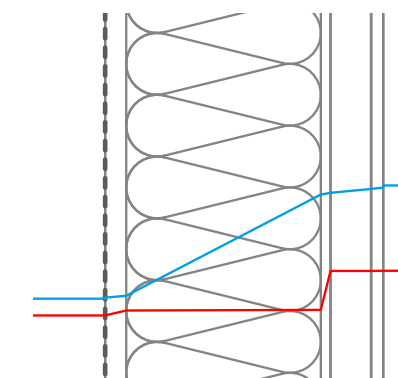
Zona climática αα (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



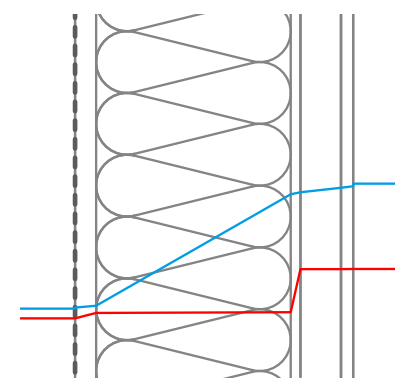
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



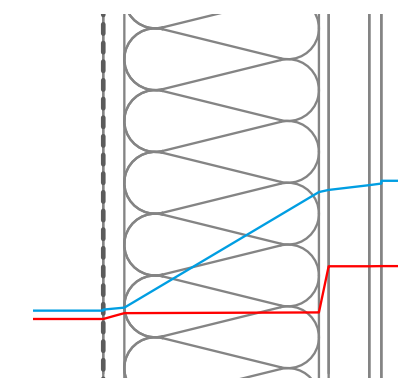
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%

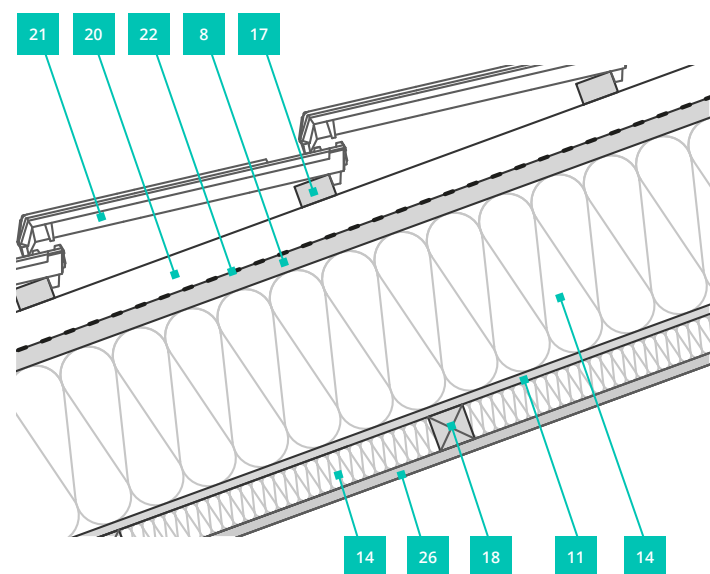


Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

OPCIÓN B: CON AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

La transmitancia térmica del cerramiento está afectada por los puntos en los que se encuentran los montantes del entramado ligero, aunque este hecho no influye en exceso debido a la baja conductividad térmica de la madera.

Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con sus características propias.

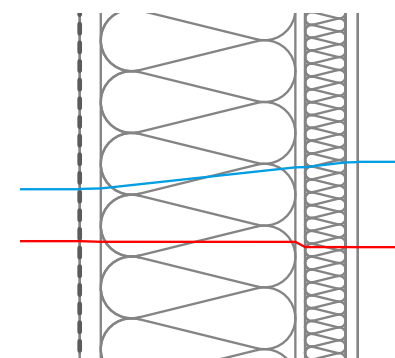
TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Teja cerámica plana	-	-	-	-
Doble enrastrelado de madera tratada	-	-	-	-
Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	0,00	37
superPan Tech P5 26mm	26	0,14	0,19	66
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	240	0,036	6,67	1
superPan VapourStop	12	0,15	0,08	1150
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	50	0,036	1,39	1
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,116				

ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

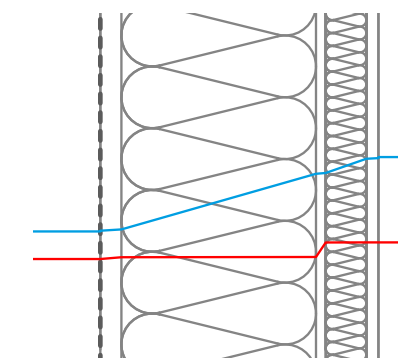
Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

Los diagramas se han girado hasta su vertical para facilitar su comprensión.

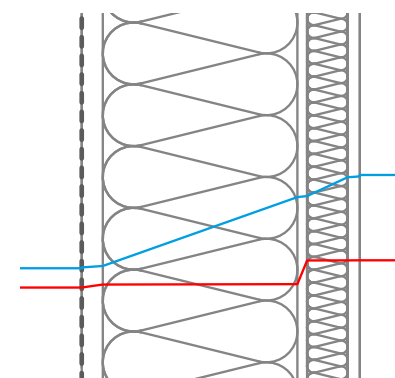
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



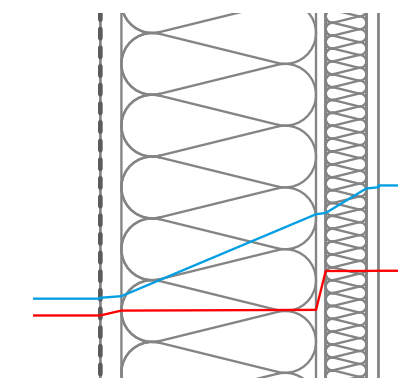
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



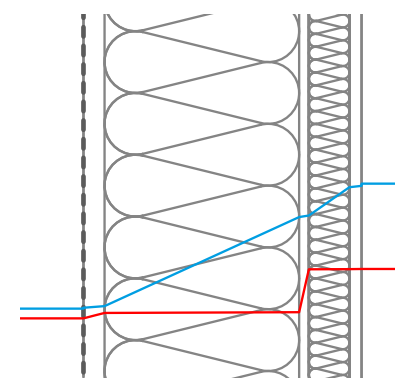
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



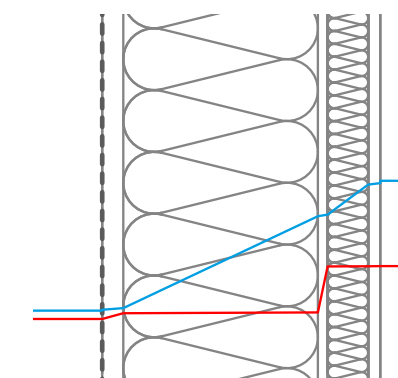
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%



Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



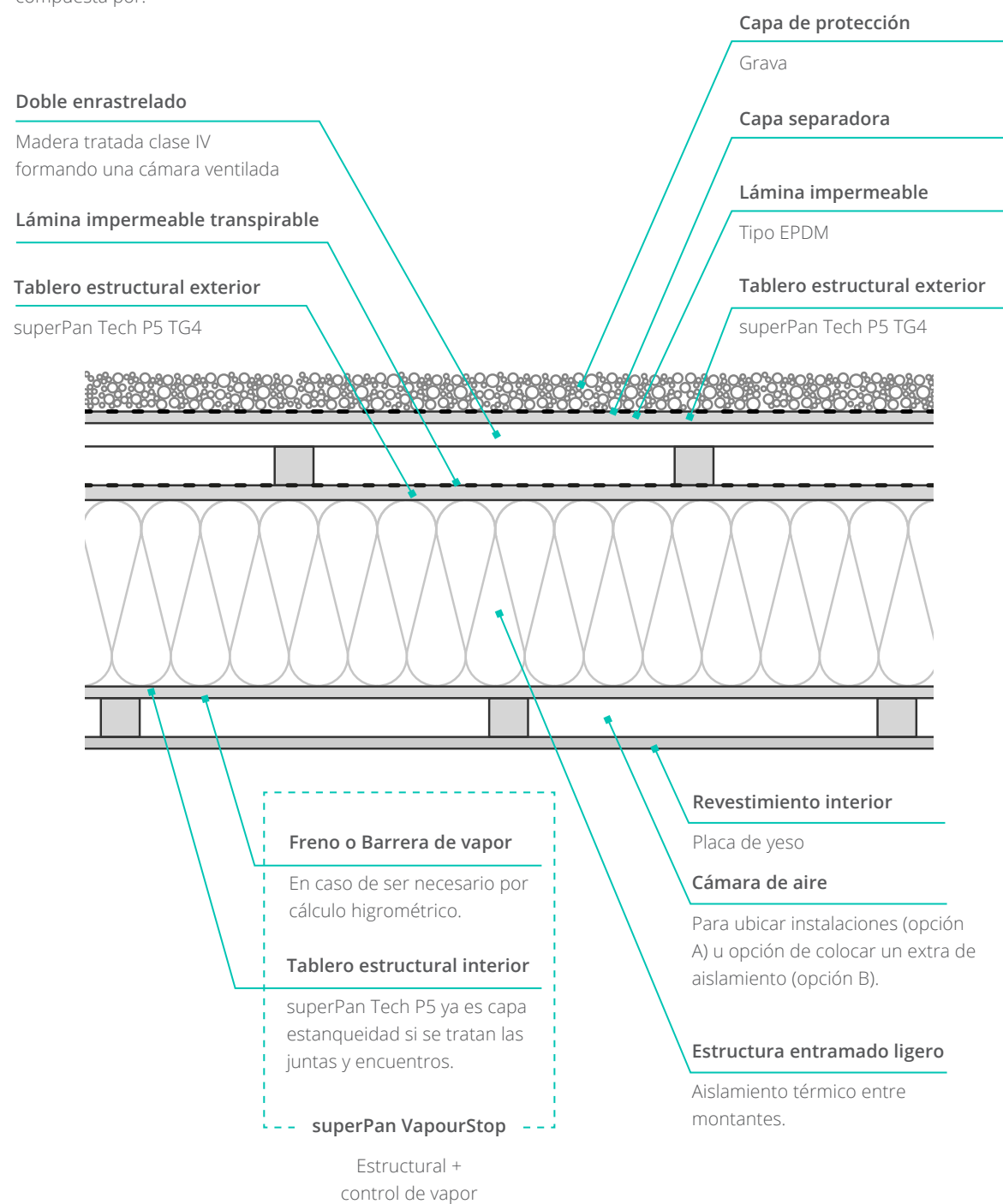
Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

D4

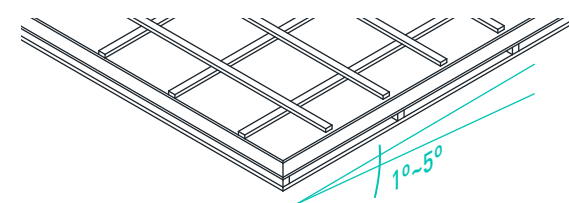
CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE VENTILADA CON ESTRUCTURA DE ENTRAMADO LIGERO

DESCRIPCIÓN

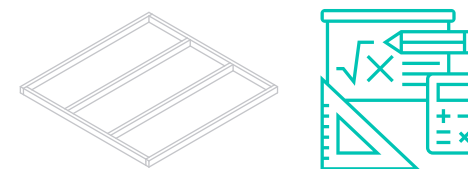
Cubierta plana no transitable, ventilada, con una pendiente entre el 1 y el 5%, estructura de entramado ligero, y acabado exterior con capa de protección de grava, compuesta por:



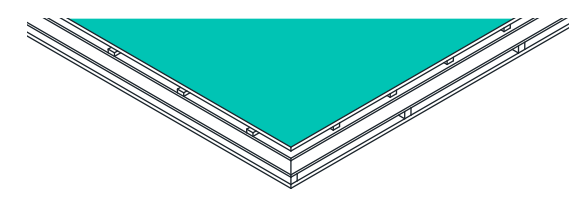
CONSEJOS



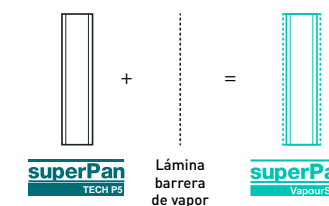
Las cubiertas planas siempre tendrán una pequeña pendiente de entre el 1 y el 5% para facilitar la evacuación de aguas.



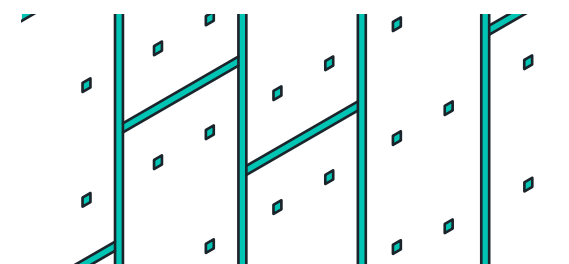
La configuración de la cubierta en su distribución y espesores deberá ser calculada y estudiada por el técnico para conseguir unas condiciones higrotérmicas óptimas en la zona concreta de la obra.



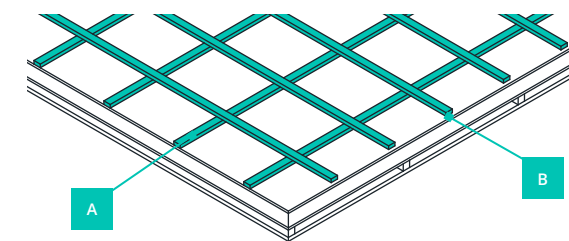
Se deberá asegurar la impermeabilidad de la cubierta mediante una lámina impermeable bituminosa o sintética.



El tablero interior superPan Tech P5, se puede sustituir por un tablero superPan VapourStop para poder prescindir de la lámina freno de vapor, gracias a su elevada resistencia a la difusión del vapor de agua. Siempre se colocará en la cara caliente del aislamiento para evitar condensaciones intersticiales.

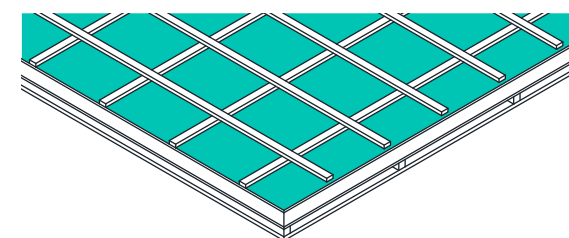


Tanto el superPan Tech P5 como el superPan VapourStop están certificados a la estanqueidad al aire, por el Passivhaus Institute, clase phA, no siendo necesaria la colocación de una lámina estanca. Se deberán colocar cintas de estanqueidad en las juntas y encuentros entre tableros y con los demás materiales.



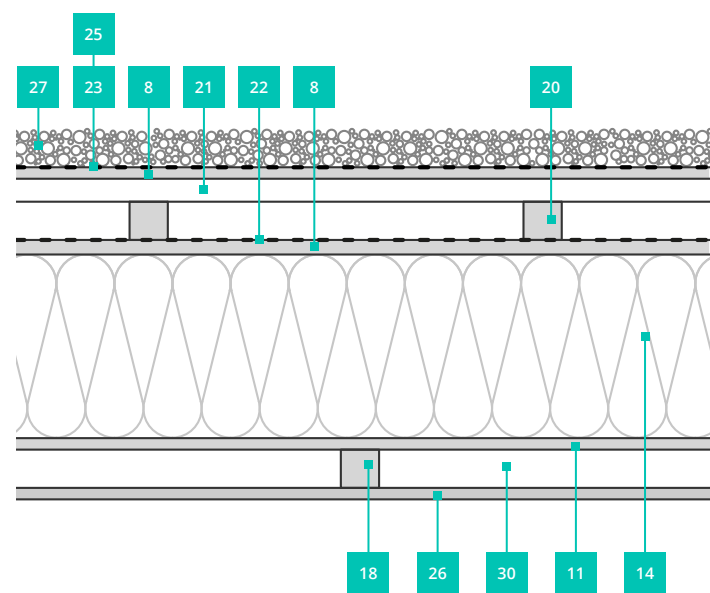
Es recomendable la colocación de una cámara de aire será ventilada que garantice la durabilidad de la cubierta. Será necesario la colocación de un doble enrastrelado, permitiendo la correcta ventilación, con madera tratada para clase de riesgo IV.

- El rastrel más interior (A) se colocará con la dirección principal paralela a la pendiente de la cubierta de manera que permita la evacuación del agua.
- El rastrel más exterior (B) se colocará con su dirección principal perpendicular a la pendiente de la cubierta, de manera que permita la colocación de las tejas.



Debajo de los rastreles es recomendable crear un segundo plano de protección impermeable, mediante la aplicación de una lámina impermeable transpirable.

OPCIÓN A: SIN AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

La transmitancia térmica del cerramiento está afectada por los puntos en los que se encuentra la estructura del entramado ligero, aunque este hecho no influye en exceso debido a la baja conductividad térmica de la madera.

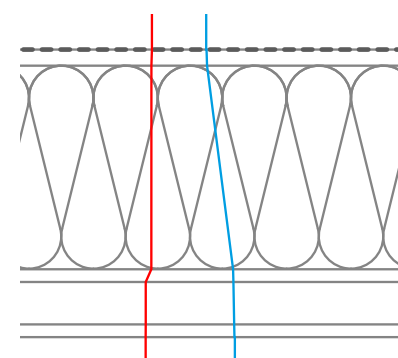
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con sus características propias.

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Capa de grava	-	-	-	-
Capa separadora	-	-	-	-
Lámina impermeable tipo EPDM	-	-	-	-
superPan Tech P5	-	-	-	-
Doble enrastrelado de madera	-	-	-	-
Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	0,00	37
superPan Tech P5 19mm	19	0,14	0,14	66
Aislamiento lana de roca de doble densidad	240	0,036	6,67	1
superPan VapourStop	12	0,15	0,08	1150
Cámara de aire no ventilada	50	0,28	0,18	0
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,137				

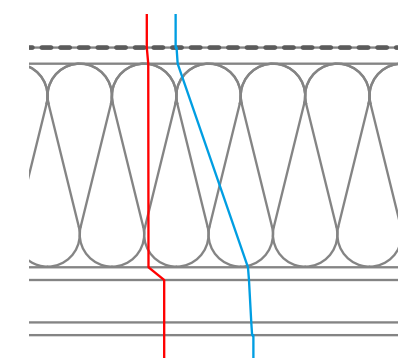
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

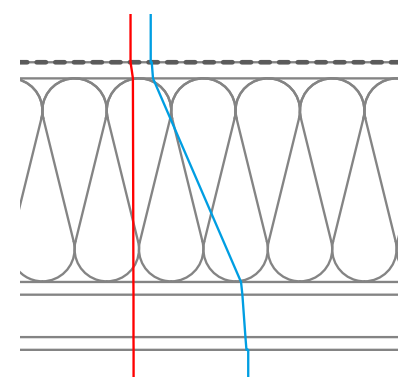
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



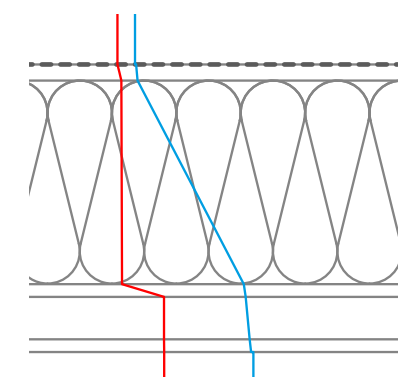
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



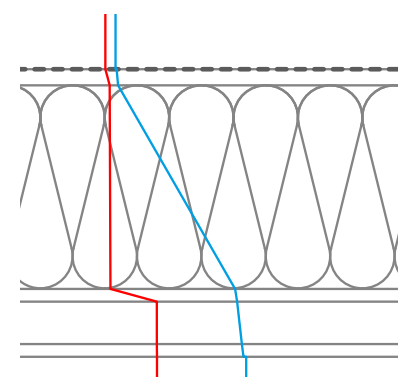
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



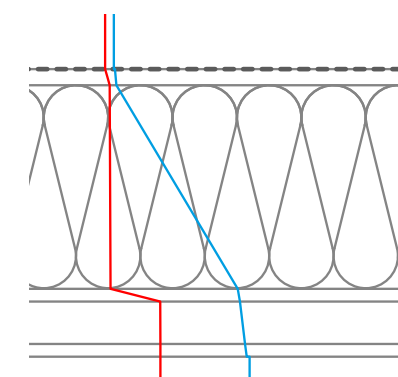
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%

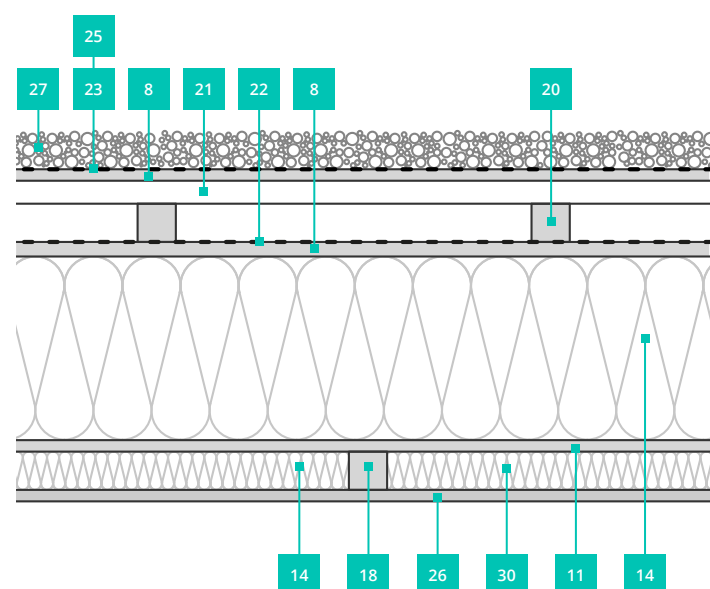


Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

OPCIÓN B: CON AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

La transmitancia térmica del cerramiento está afectada por los puntos en los que se encuentra la estructura del entramado ligero, aunque este hecho no influye en exceso debido a la baja conductividad térmica de la madera.

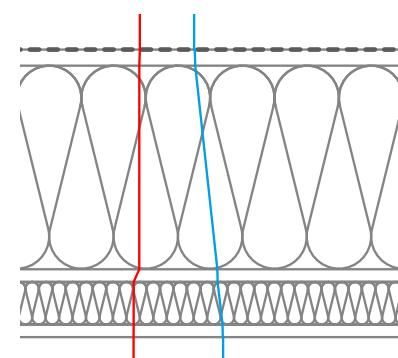
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con sus características propias.

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Capa de grava	-	-	-	-
Capa separadora	-	-	-	-
Lámina impermeable tipo EPDM	-	-	-	-
superPan Tech P5	-	-	-	-
Doble enrastrelado de madera	-	-	-	-
Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	0,00	37
superPan Tech P5 19mm	19	0,14	0,14	66
Aislamiento lana de roca de doble densidad	240	0,036	6,67	1
superPan VapourStop	12	0,15	0,08	1150
Aislamiento lana de roca de doble densidad	50	0,036	1,39	1
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,117				

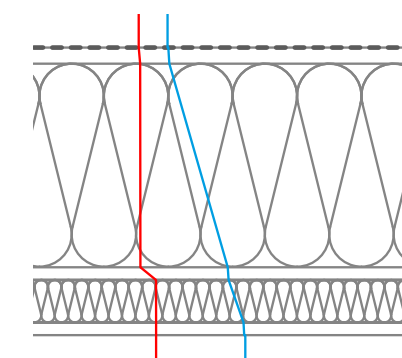
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

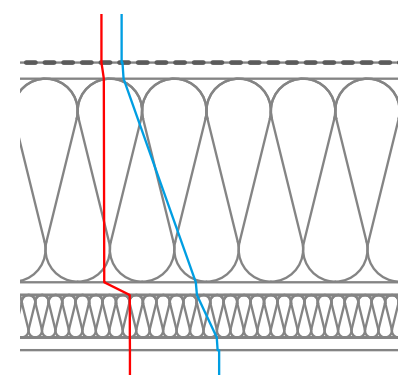
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



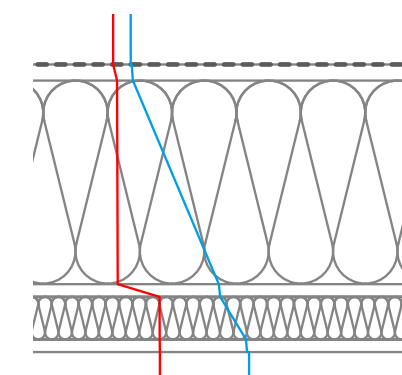
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



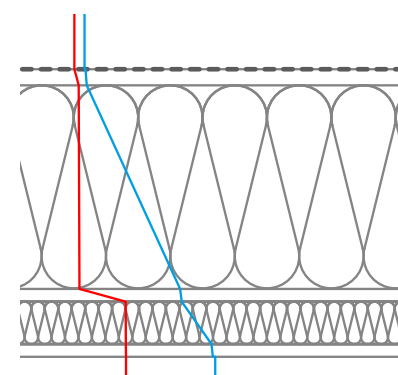
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



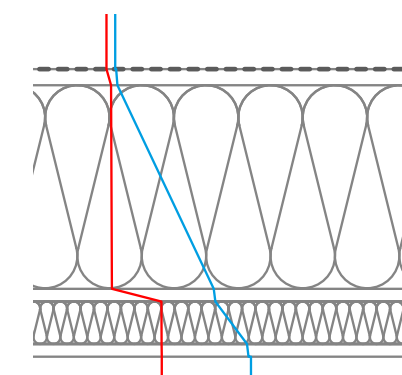
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%



Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



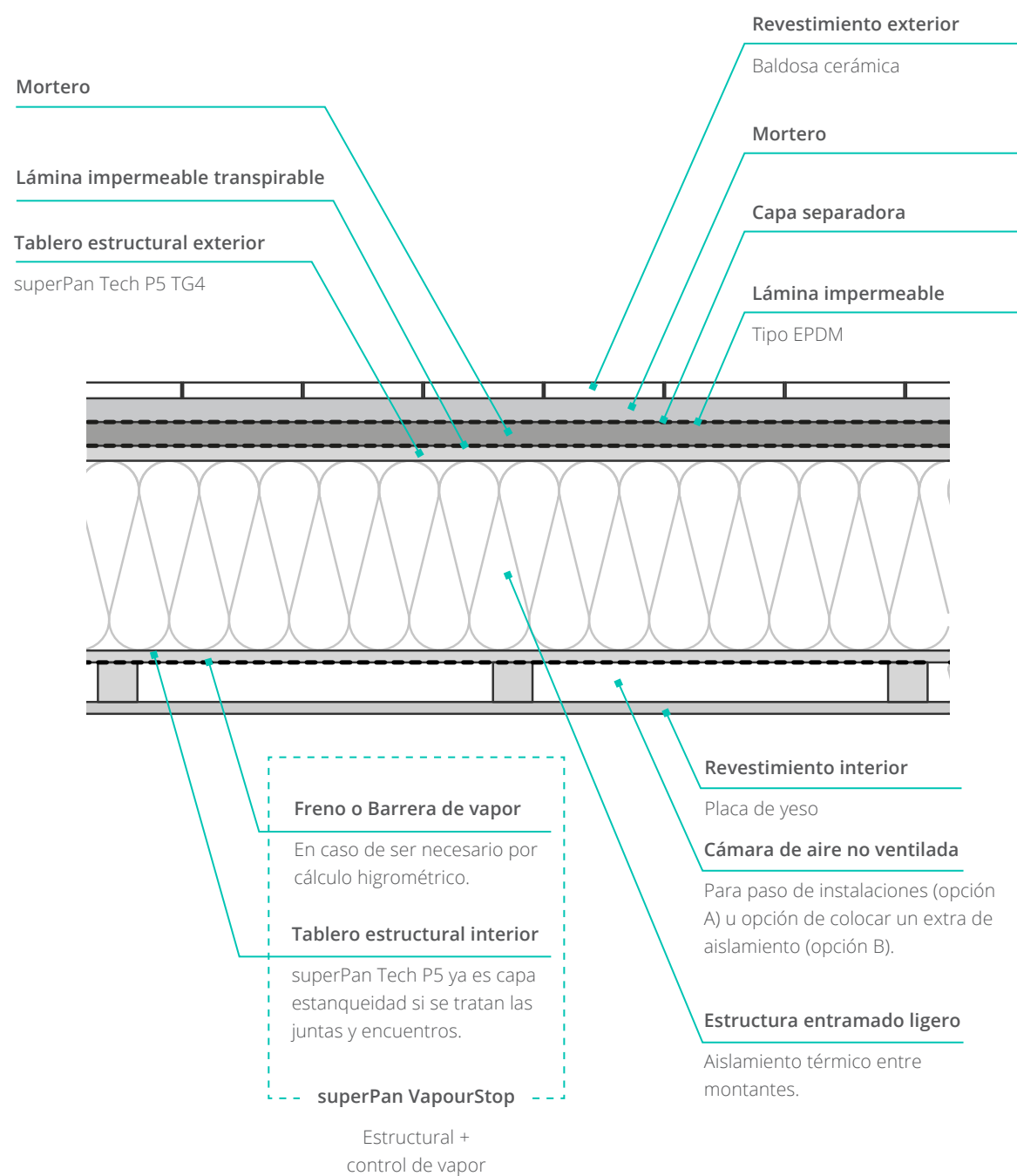
Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

D5

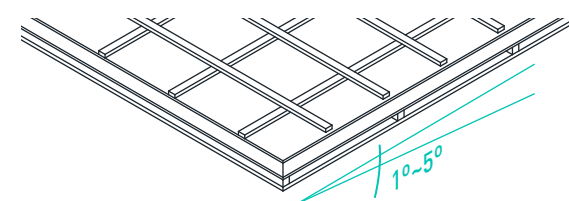
CUBIERTA PLANA TRANSITABLE CON ESTRUCTURA DE ENTRAMADO LIGERO

DESCRIPCIÓN

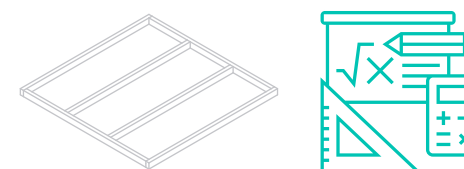
Cubierta plana transitable, no ventilada, con una pendiente entre el 1 y el 5%, estructura de entramado ligero y acabado exterior con baldosa cerámica, compuesta por:



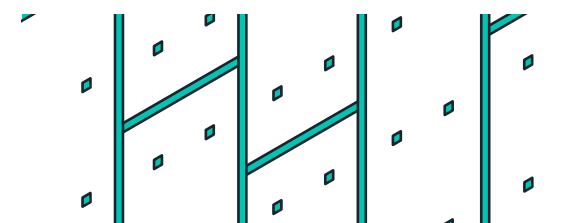
CONSEJOS



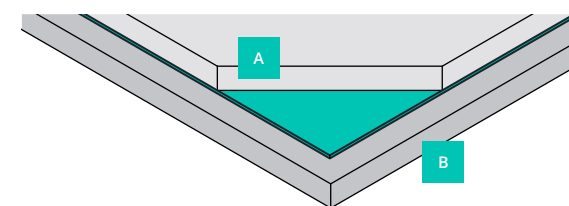
Las cubiertas planas siempre tendrán una pequeña pendiente de entre el 1 y el 5% para facilitar la evacuación de aguas.



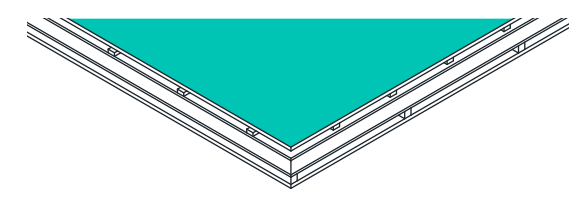
La configuración de la cubierta en su distribución y espesores de capas deberá ser calculada por el técnico para conseguir unas condiciones higrotérmicas óptimas en la zona en concreto de la obra.



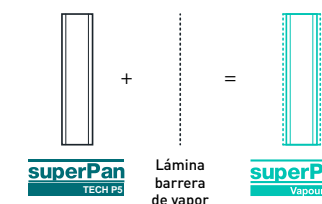
Tanto el superPan Tech P5 como el superPan VapourStop están certificados a la estanqueidad al aire, por el Passivhaus Institute, clase phA, no siendo necesaria la colocación de una lámina estanca. Para conseguir la continuidad de la capa de estanqueidad se deberán colocar cintas de estanqueidad en las juntas y encuentros entre tableros (superPan Tech P5 o superPan VapourStop) y con los demás materiales.



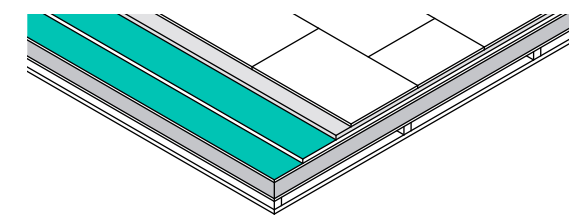
Se deberá prestar atención a las posibles incompatibilidades entre materiales y en caso de ser necesario se colocarán láminas separadoras.



Se deberá asegurar la impermeabilidad de la cubierta mediante una lámina impermeable bituminosa o sintética.

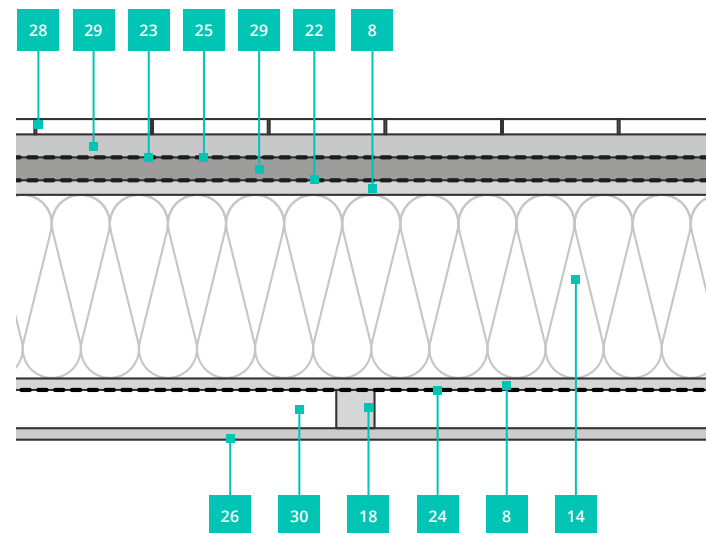


El tablero interior superPan Tech P5, se puede sustituir por un tablero superPan VapourStop para poder prescindir de la lámina freno de vapor, gracias a su elevada resistencia a la difusión del vapor de agua. Siempre se colocará en la cara caliente del aislamiento para evitar condensaciones intersticiales.



Se colocará una segunda protección impermeable más interior mediante una lámina impermeable transpirable.

OPCIÓN A: SIN AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

La transmitancia térmica del cerramiento está afectada por los puntos en los que se encuentra la estructura del entramado ligero, aunque este hecho no influye en exceso debido a la baja conductividad térmica de la madera.

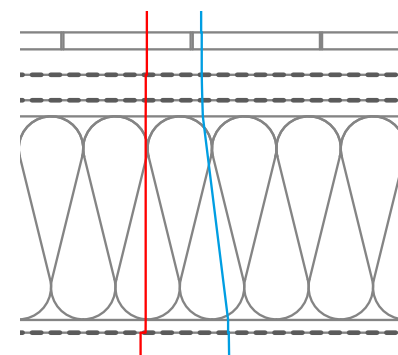
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con sus características propias.

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Baldosa cerámica	20	1	0,02	30
Mortero ligero	30	0,41	0,073	10
Lámina separadora	0,85	0,22	0,004	10000
Lámina impermeable tipo EPDM	1,5	0,25	0,006	6000
Mortero ligero	30	0,41	0,073	10
Lámina impermeable transpirable	1,05	0,22	0,005	19
superPan Tech P5	19	0,14	0,14	66
Aislamiento lana de roca de doble densidad	240	0,036	6,67	1
superPan Tech P5	15	0,14	0,107	66
Lámina barrera de vapor	0,15	0,4	0,000	535000
Cámara de aire no ventilada	50	0,28	0,179	0
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,132				

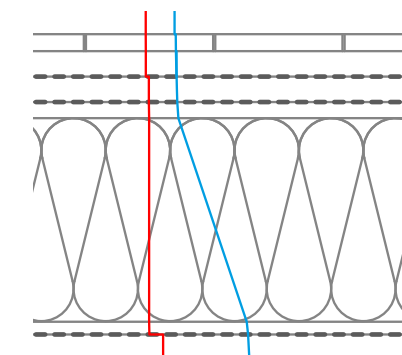
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

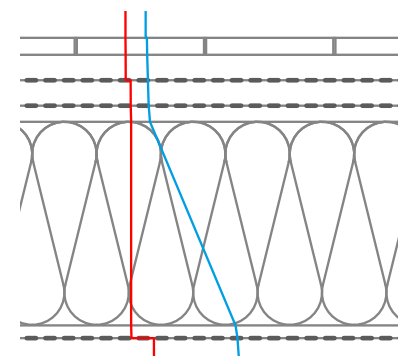
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



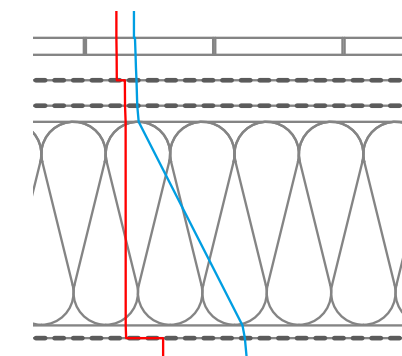
Zona climática $\alpha\alpha$ (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



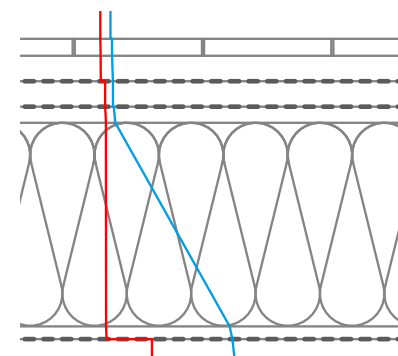
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



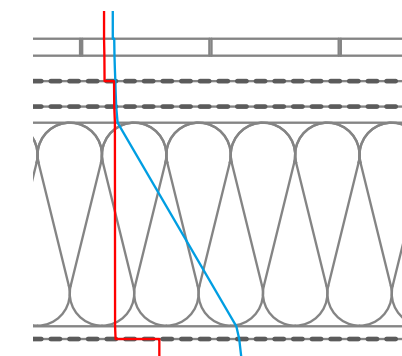
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%

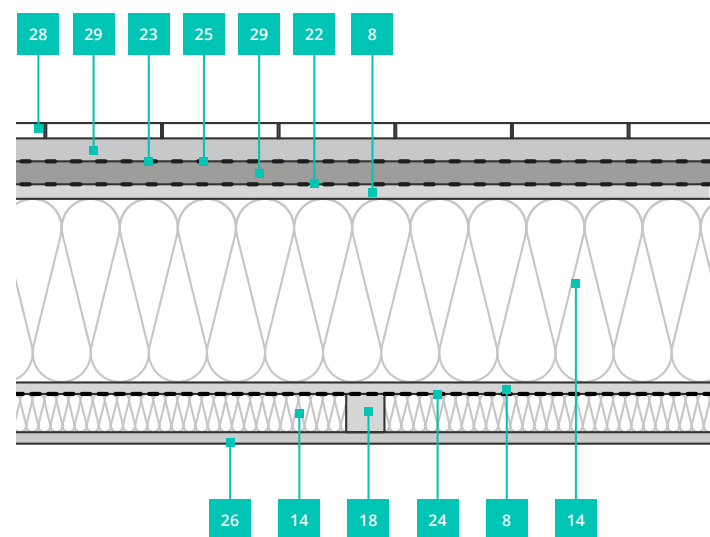


Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

OPCIÓN B: CON AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

La transmitancia térmica del cerramiento está afectada por los puntos en los que se encuentra la estructura del entramado ligero, aunque este hecho no influye en exceso debido a la baja conductividad térmica de la madera.

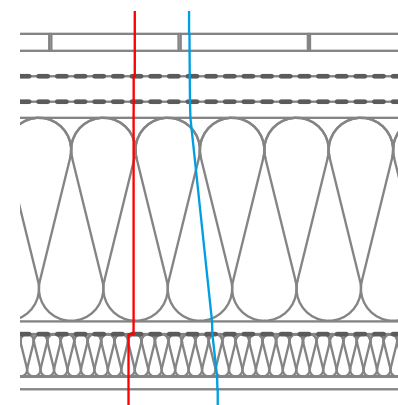
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con sus características propias.

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Baldosa cerámica	20	1	0,02	30
Mortero ligero	30	0,41	0,073	10
Lámina separadora	0,85	0,22	0,004	10000
Lámina impermeable tipo EPDM	1,5	0,25	0,006	6000
Mortero ligero	30	0,41	0,073	10
Lámina impermeable transpirable	1,05	0,22	0,005	19
superPan Tech P5	19	0,14	0,14	66
Aislamiento lana de roca de doble densidad	240	0,036	6,67	1
superPan Tech P5	15	0,14	0,107	66
Lámina barrera de vapor	0,15	0,4	0,000	535000
Aislamiento lana de roca de doble densidad	50	0,036	1,389	1
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,114				

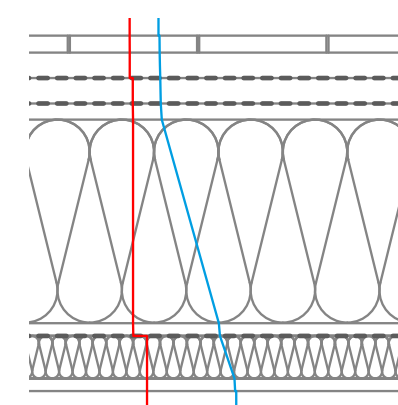
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

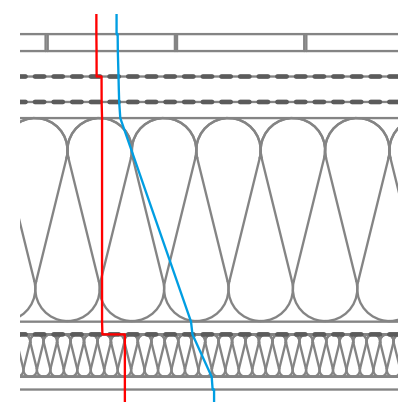
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



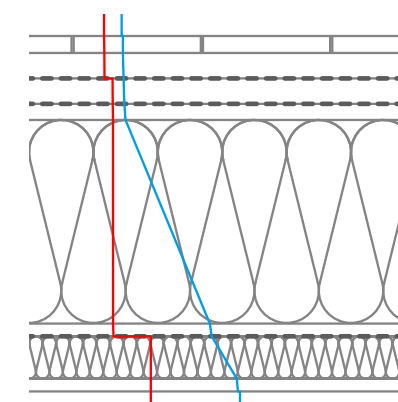
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



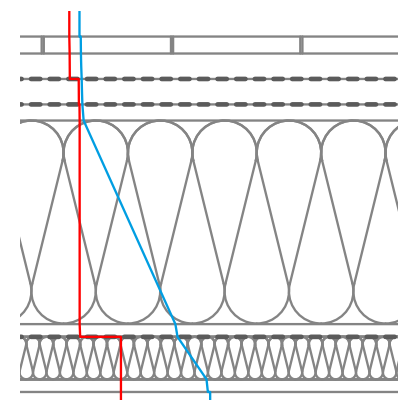
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



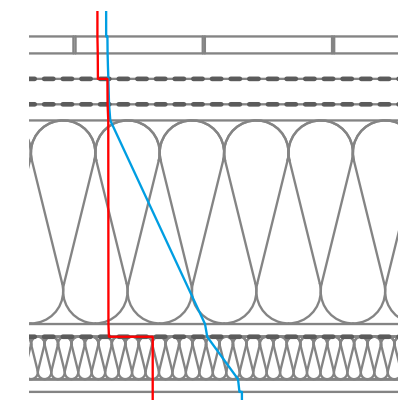
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%



Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

EJEMPLOS CLT + PASSIVHAUS

La estructura con paneles CLT presenta varias ventajas hacia el estándar Passivhaus, como son la reducción de puentes térmicos, debido a la continuidad del material estructural que permite una colocación continua del material de aislamiento.

Además el aislamiento que proporciona la propia estructura de madera es muy superior a la de otros materiales de construcción, contribuyendo al confort térmico y consiguiendo reducir los espesores de cerramiento para los mismos niveles de confort térmico.

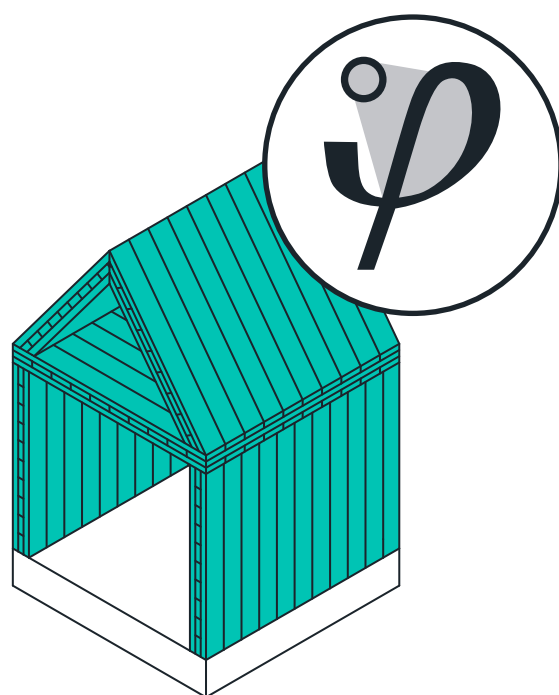
Al tratarse de sistemas de construcción industrializados se consigue reducir los defectos de obra. Según la configuración de las capas del propio panel, el propio panel de CLT, podría estar funcionando como capa hermética, si se tratan adecuadamente las juntas, encuentros y perforaciones en el mismo.

D6 MURO CLT + SISTEMA SATE

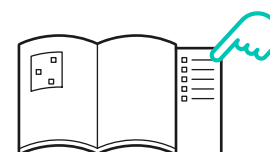
D7 MURO CLT + FACHADA VENTILADA

D8 CUBIERTA INCLINADA VENTILADA CLT

D9 CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE CLT



PASSIVHAUS CON
CLT

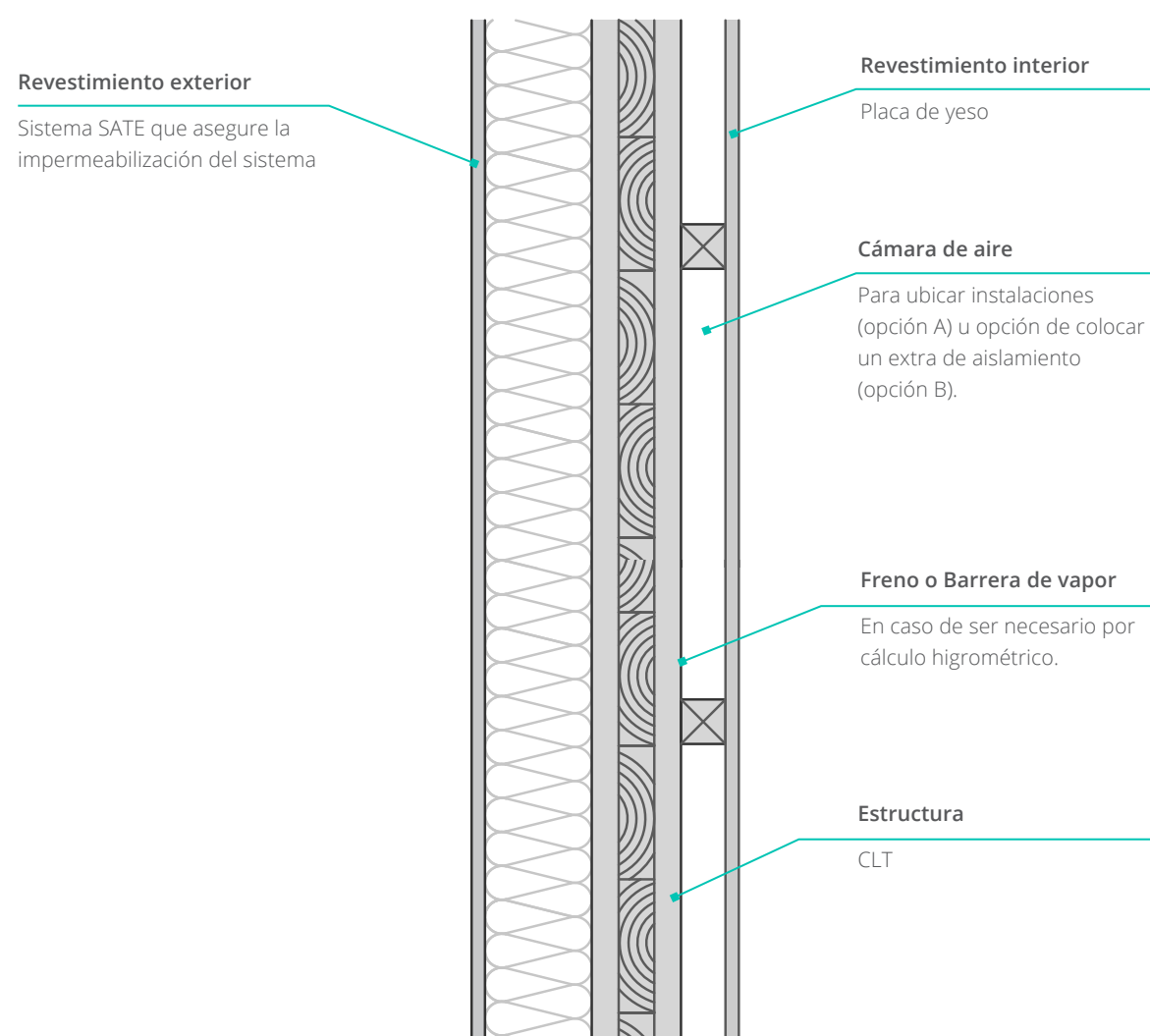


Recuerda que puedes acceder a la leyenda de los diferentes esquemas en la solapa derecha.

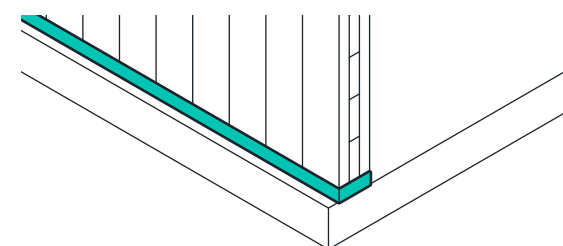
D6 MURO CON ESTRUCTURA CLT Y ACABADO EXTERIOR SATE

DESCRIPCIÓN

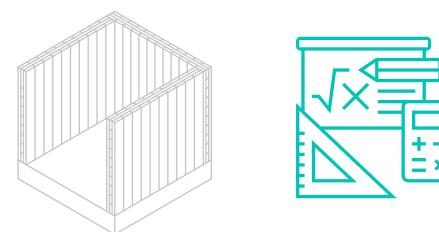
Muro de cerramiento exterior, con estructura CLT y acabado exterior realizado con sistema SATE, compuesto por:



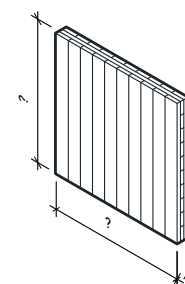
CONSEJOS



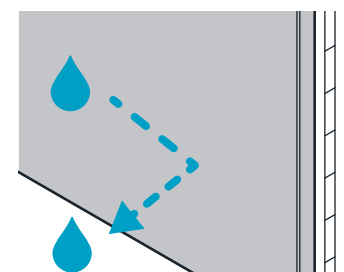
Se colocará una pieza de protección del arranque de la estructura en la solera, debajo del panel de CLT. Esta pieza "durmiente" puede ser de madera tratada o de una madera con una durabilidad natural muy alta.



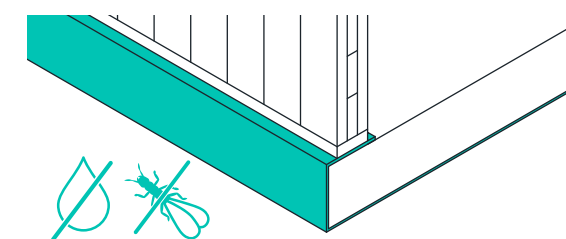
La configuración del cerramiento en su distribución y espesores deberá ser calculada y estudiada por el técnico para conseguir unas condiciones higrotérmicas óptimas para la obra en concreto.



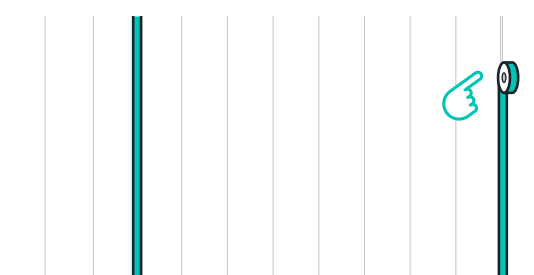
Los paneles de CLT, cumpliendo función estructural, deberán ser calculados por un técnico proyectista que optimizará los espesores y medidas adecuados.



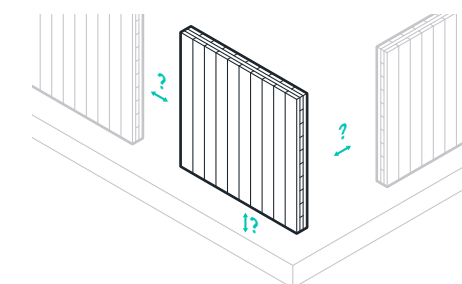
El sistema SATE deberá garantizar la total impermeabilización de la estructura de CLT para evitar que llegue agua del exterior y aumentar la durabilidad de la estructura.



Importante impermeabilizar por debajo del durmiente de protección. Esta lámina impermeable puede ser también antitermitas para evitar el ataque de insectos xilófagos y puede ir en prolongación a la impermeabilización de la cimentación.

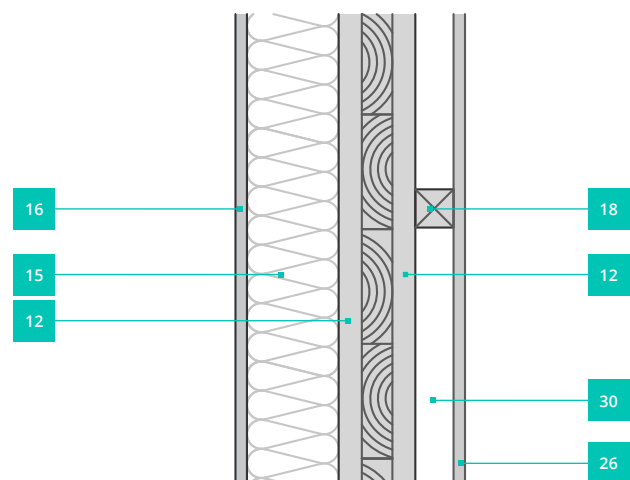


Para conseguir la continuidad de la capa de estanqueidad se deberán colocar cintas de estanqueidad en las juntas.



La colocación, fijación y sellado de los paneles de CLT será realizado según las indicaciones del técnico proyectista.

OPCIÓN A: SIN AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

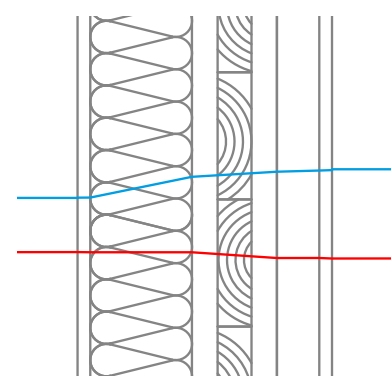
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con las siguientes características:

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Mortero acabado SATE	15	1,00	0,02	10
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	120	0,036	3,33	1
Estructura CLT	100	0,13	0,77	50
Cámara de aire no ventilada	50	0,28	0,18	0
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,221				

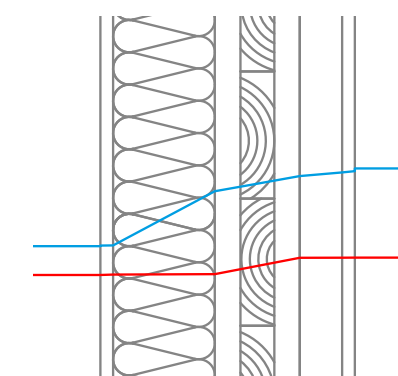
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

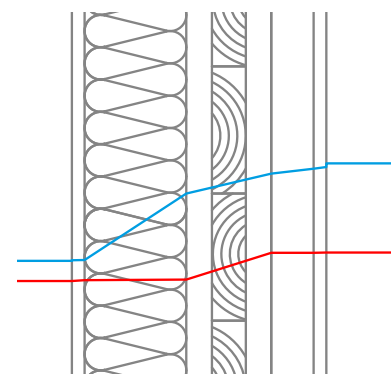
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



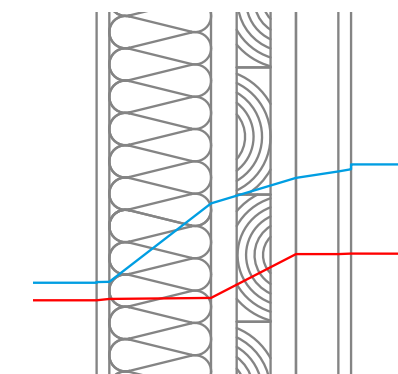
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



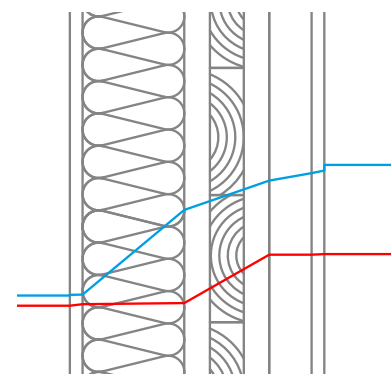
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



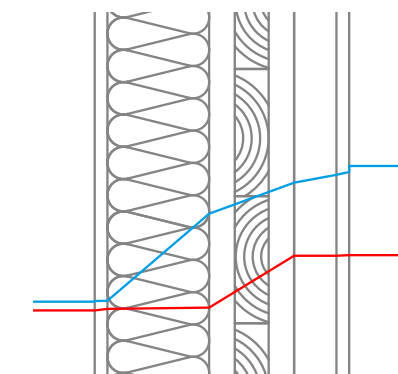
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%

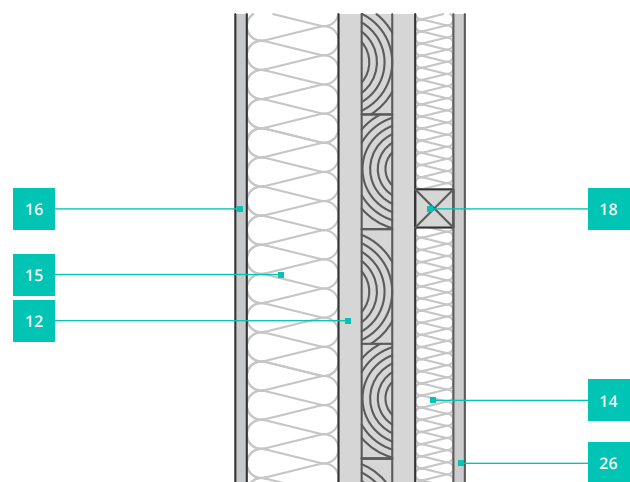


Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

OPCIÓN B: CON AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

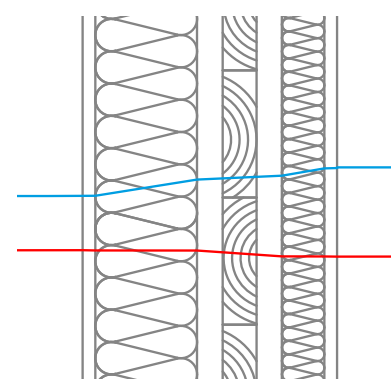
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con las siguientes características:

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Mortero acabado SATE	15	1,00	0,02	10
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	120	0,036	3,33	1
Estructura CLT	100	0,13	0,77	50
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	50	0,036	1,39	1
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,174				

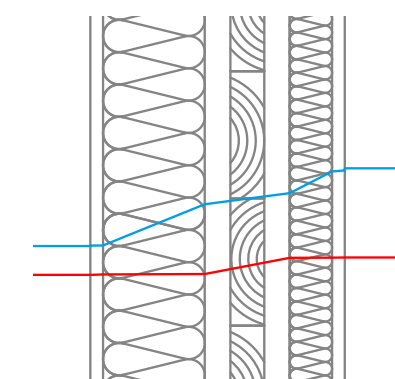
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

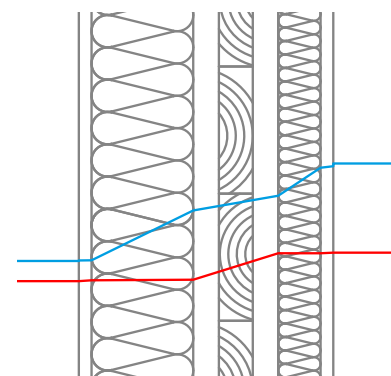
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



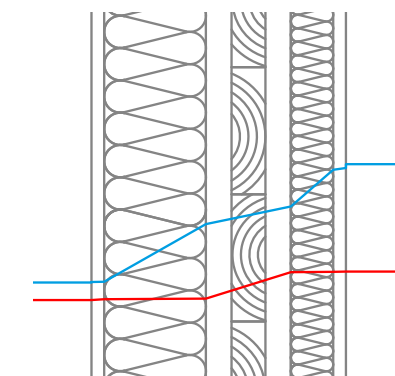
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



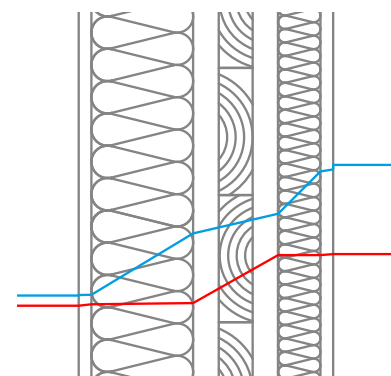
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



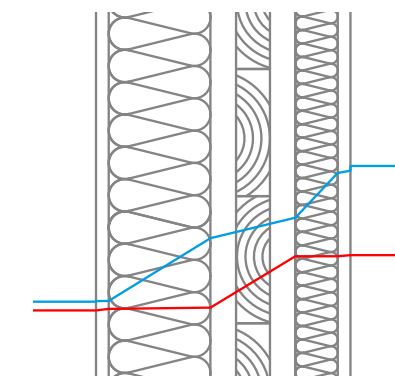
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%

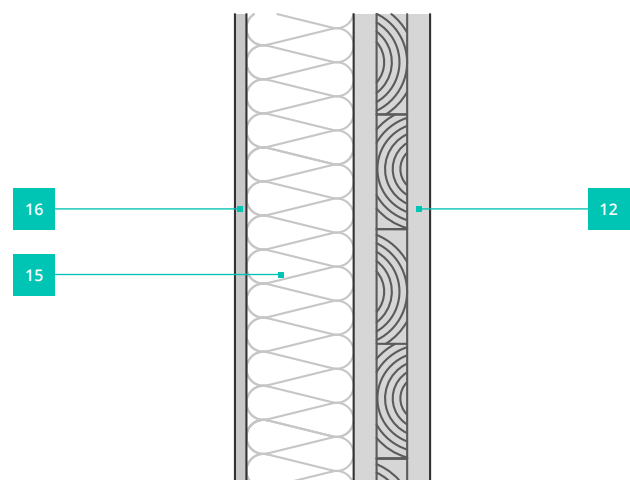


Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

OPCIÓN C: CLT VISTO



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
Y DE LA SOLUCIÓN

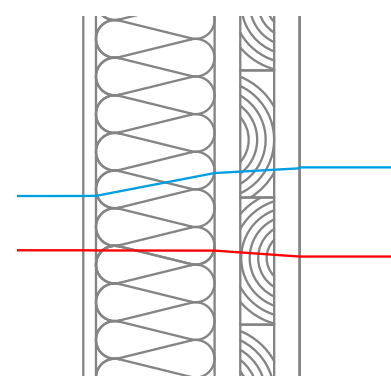
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con las siguientes características:

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Mortero acabado SATE	15	1,00	0,02	10
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	140	0,036	3,89	1
Estructura CLT	100	0,13	0,77	50
Transmitancia U= 0,206				

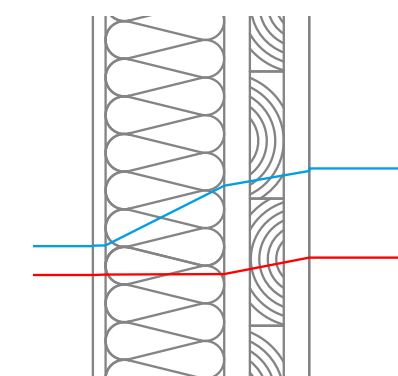
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

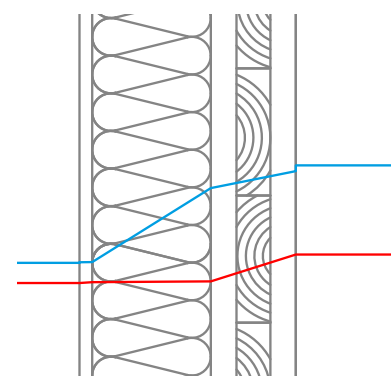
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



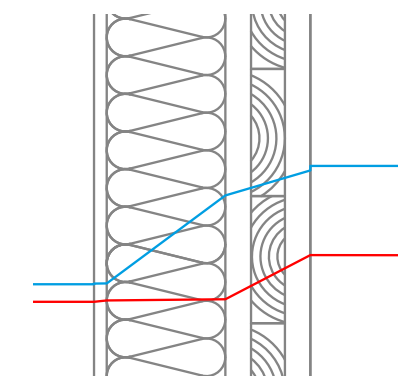
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



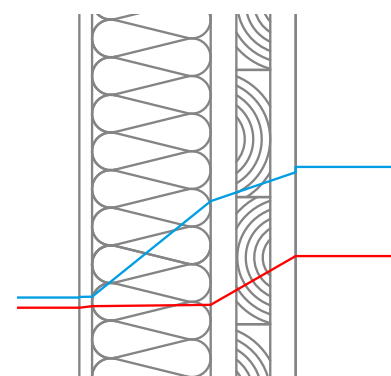
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



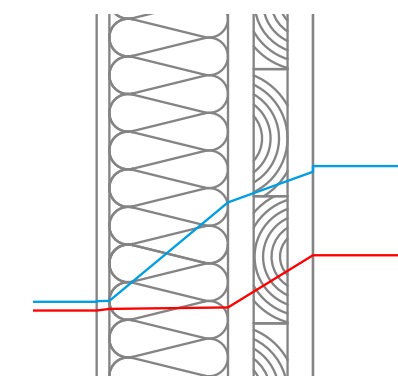
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%



Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



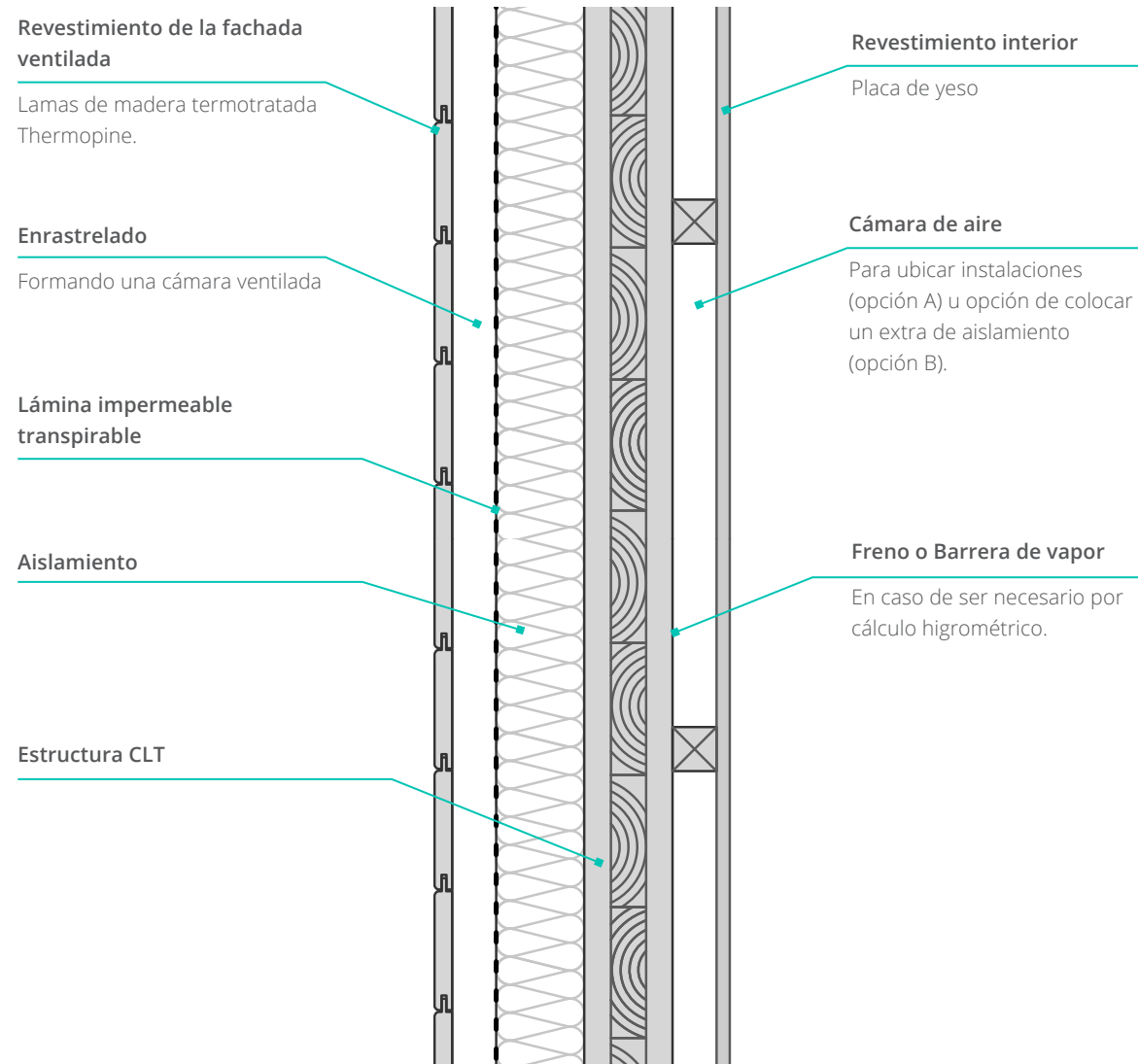
Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

D7

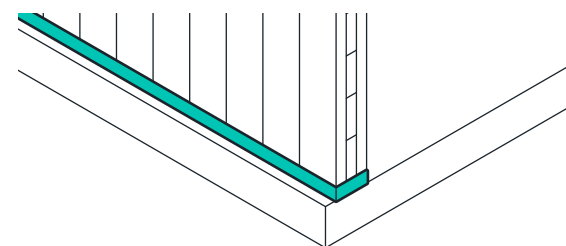
MURO CON ESTRUCTURA CLT Y FACHADA VENTILADA

DESCRIPCIÓN

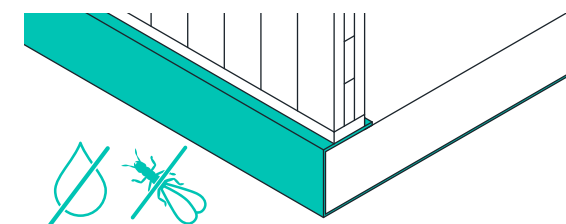
Muro de cerramiento exterior, con estructura CLT y acabado exterior realizado mediante fachada ventilada de madera termotratada, compuesta por:



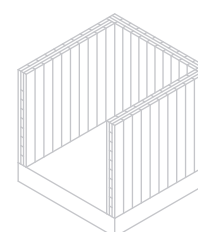
CONSEJOS



Se colocará una pieza de protección del arranque de la estructura en la solera, debajo del panel de CLT. Esta pieza "durmiente" puede ser de madera tratada o de una madera con una durabilidad natural muy alta.



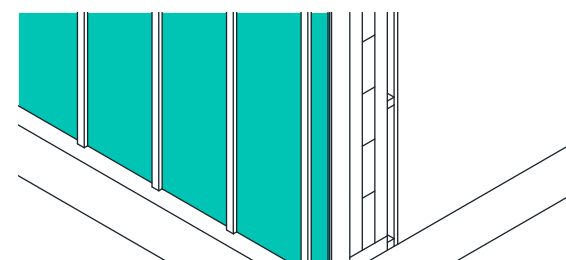
Importante impermeabilizar por debajo del durmiente de protección. Esta lámina impermeable puede ser también antitermitas para evitar el ataque de insectos xilófagos y puede ir en prolongación a la impermeabilización de la cimentación.



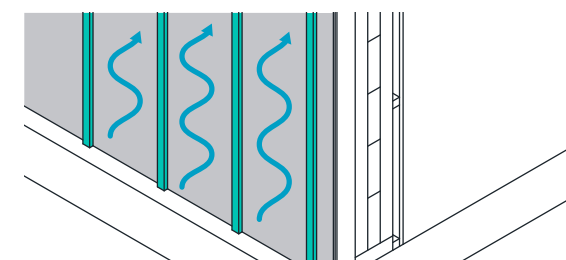
La configuración del cerramiento en su distribución y espesores deberá ser calculada y estudiada por el técnico para conseguir unas condiciones higrotérmicas óptimas.



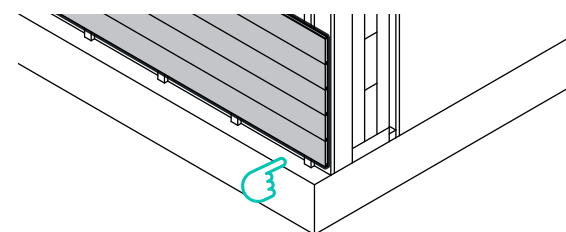
Para conseguir la continuidad de la capa de estanqueidad y de la barrera al vapor se deberán colocar cintas de estanqueidad en las juntas.



Será necesario garantizar la impermeabilidad de la estructura de CLT mediante la colocación de una lámina impermeable transpirable en la cámara ventilada sobre la cara interna de la cámara, para proteger al interior del cerramiento de la posible entrada de agua del exterior.

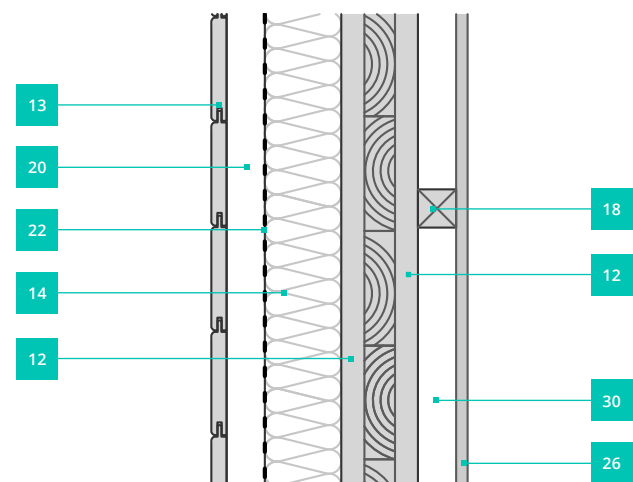


La cámara de aire ventilada ayudará a garantizar la durabilidad del cerramiento. Será necesario la colocación de rastreles de madera, permitiendo la correcta ventilación, con madera tratada para clase de riesgo IV.



Se deberá separar el arranque de la fachada ventilada del terreno.

OPCIÓN A: SIN AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

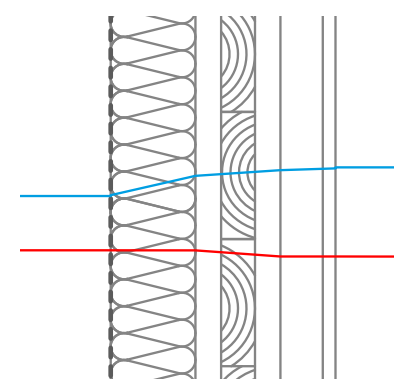
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con las siguientes características:

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Lama de madera termotratada	-	-	-	-
Enrastrelado de madera tratada	-	-	-	-
Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	0,00	37
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	100	0,036	2,78	1
Estructura CLT	100	0,13	0,77	50
Cámara de aire no ventilada	50	0,28	0,18	0
Placa de yeso	15	0,025	0,06	4
Transmitancia U= 0,247				

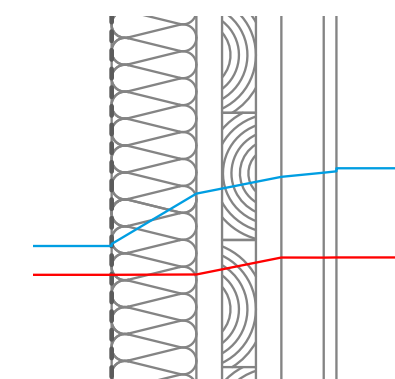
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

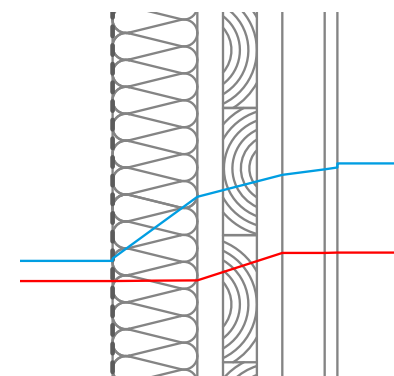
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



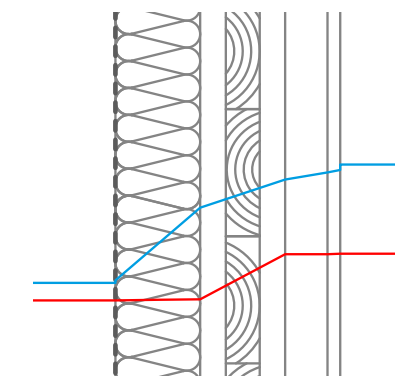
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



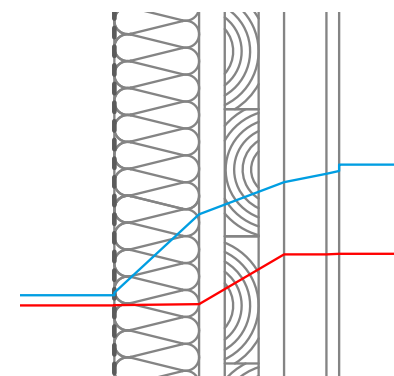
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



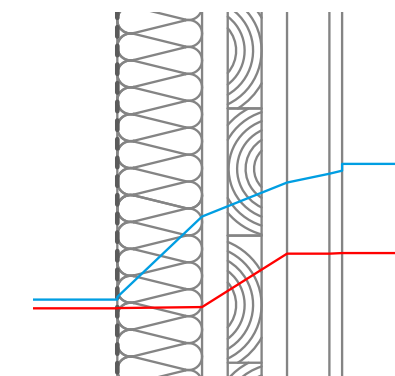
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%

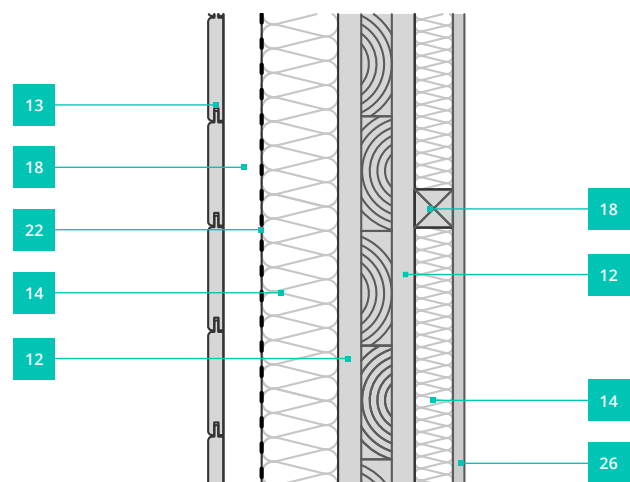


Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

OPCIÓN B: CON AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

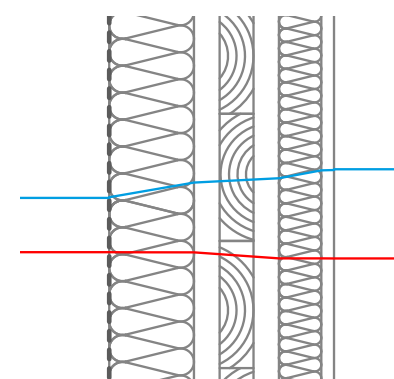
Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con las siguientes características:

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Lama de madera termotratada	-	-	-	-
Enrastrelado de madera tratada	-	-	-	-
Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	0,00	37
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	100	0,036	2,78	1
Estructura CLT	100	0,13	0,77	50
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	50	0,036	1,39	1
Placa de yeso	15	0,025	0,06	4
Transmitancia U= 0,190				

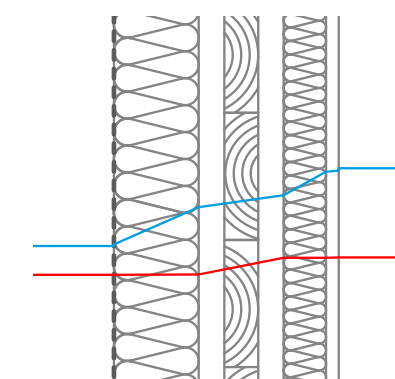
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

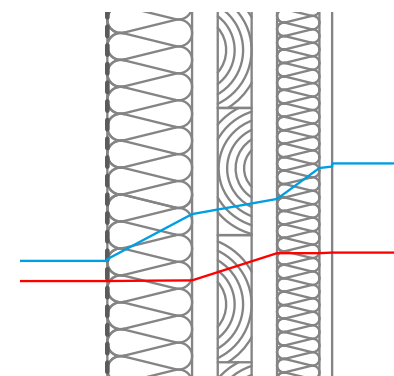
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



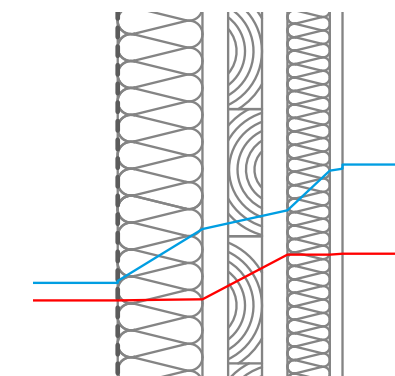
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



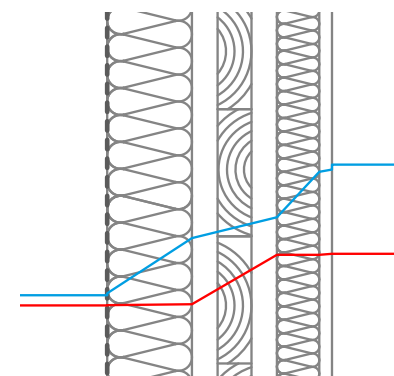
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



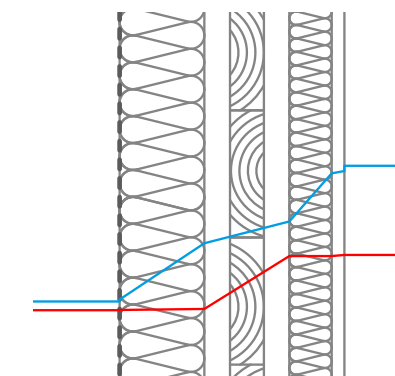
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%



Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%

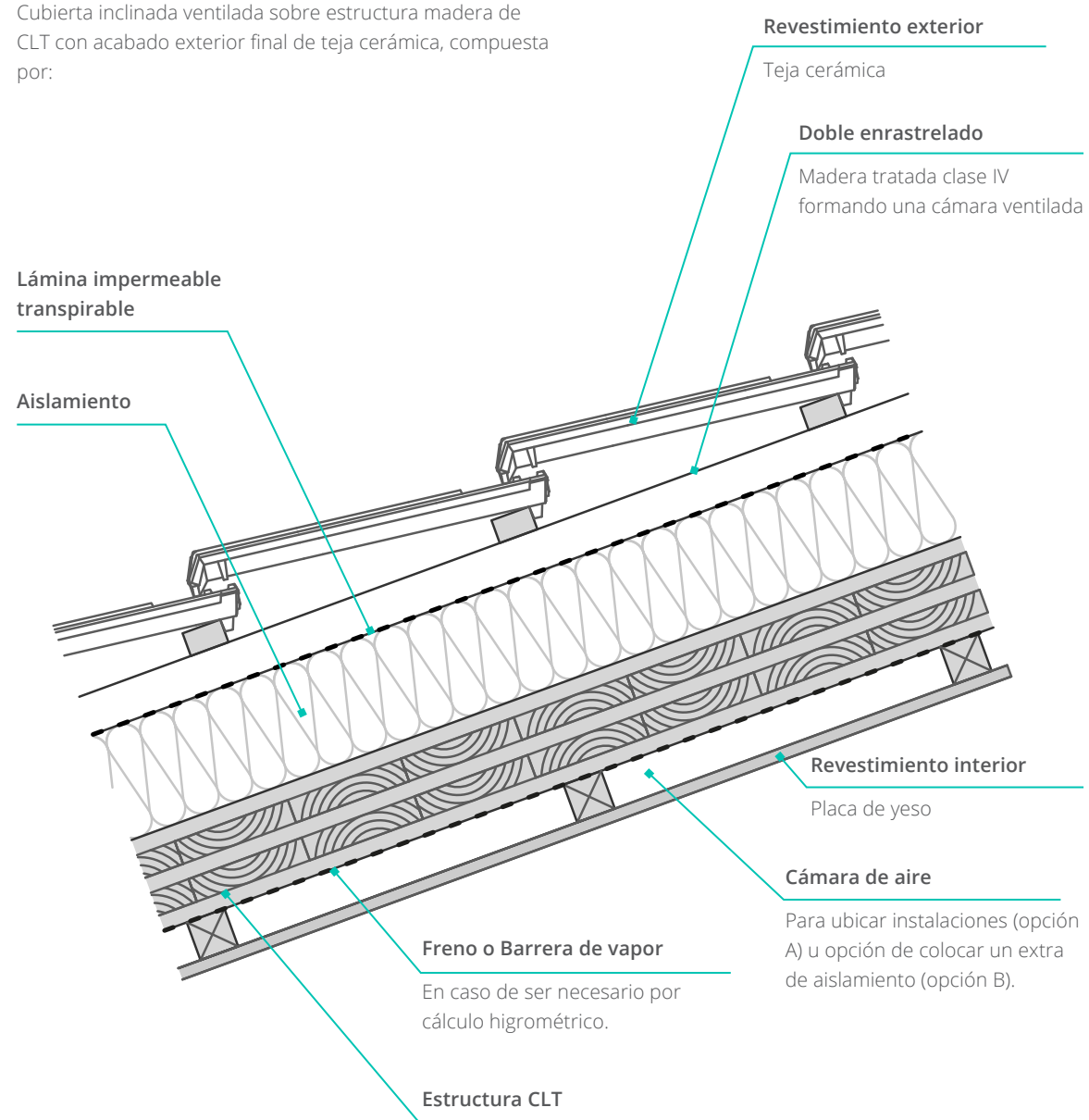


Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

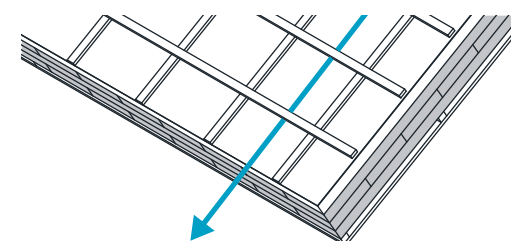
D8 CUBIERTA INCLINADA VENTILADA CON ESTRUCTURA CLT

DESCRIPCIÓN

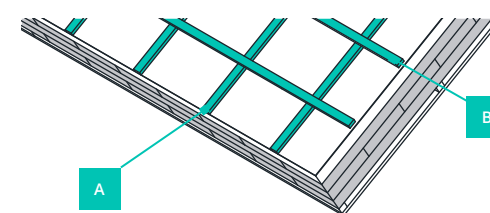
Cubierta inclinada ventilada sobre estructura madera de CLT con acabado exterior final de teja cerámica, compuesta por:



CONSEJOS

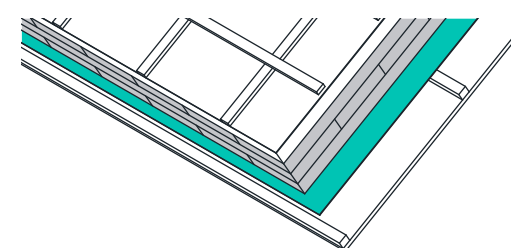


La cubierta inclinada tendrá la pendiente adecuada para facilitar la correcta evacuación de agua.

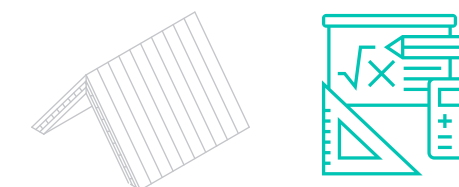


Se deberá realizar una cámara de aire ventilada que garantice la durabilidad de la cubierta. Será necesario la colocación de un doble enrastrelado, permitiendo la correcta ventilación, con madera tratada para clase de riesgo IV.

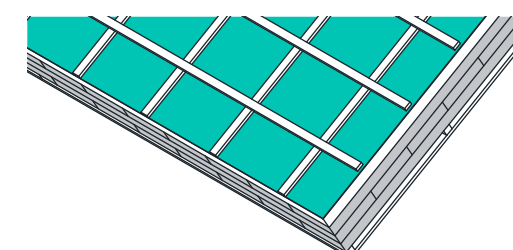
- El rastrel más interior (A) se colocará con la dirección principal paralela a la pendiente de la cubierta de manera que permita la evacuación del agua.
- El rastrel más exterior (B) se colocará con su dirección principal perpendicular a la pendiente de la cubierta, de manera que permita la colocación de las tejas.



En caso necesario se colocará una lámina freno o barrera de vapor en la cara caliente del cerramiento para evitar condensaciones intersticiales. (Según cálculo higrométrico).



La configuración de la cubierta en su distribución y espesores deberá ser calculada y estudiada por el técnico para conseguir unas condiciones higrotérmicas óptimas.

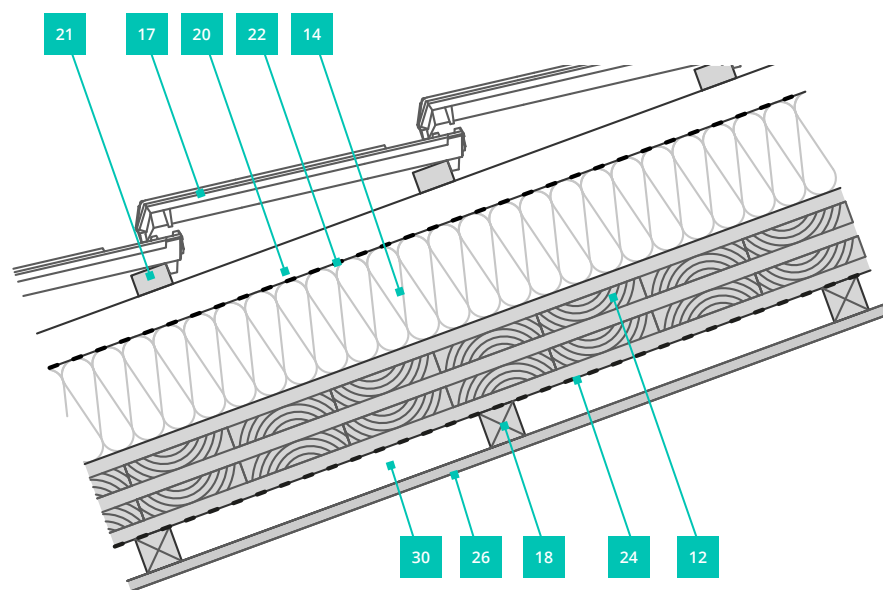


Debajo de los rastreles es recomendable crear un segundo plano de protección impermeable, mediante la aplicación de una lámina impermeable transpirable.



Para conseguir la continuidad de la capa de estanqueidad y de la barrera al vapor se deberán colocar cintas de estanqueidad en las juntas.

OPCIÓN A: SIN AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con las siguientes características:

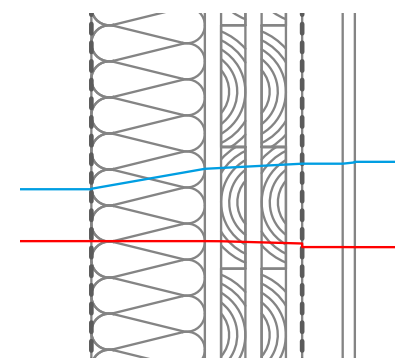
TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² -K/W)	μ
Teja cerámica plana	-	-	-	-
Doble enrastrelado de madera tratada	-	-	-	-
Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	0,00	37
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	140	0,036	3,89	1
Estructura de CLT	120	0,130	0,92	50
Lámina barrera de vapor	0,20	0,22	0	47619
CÁMARA de aire no ventilada	50	0,280	0,18	0
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,190				

ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

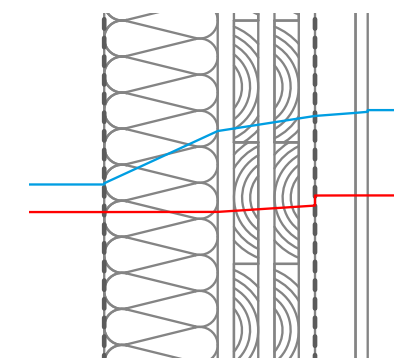
Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

Los diagramas se han girado hasta su vertical para facilitar su comprensión.

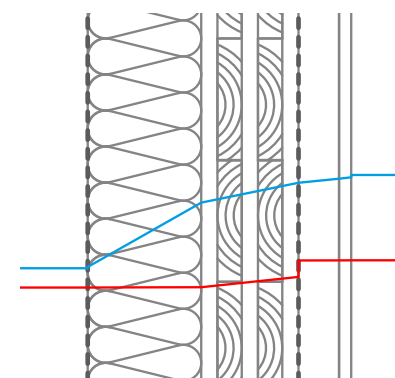
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



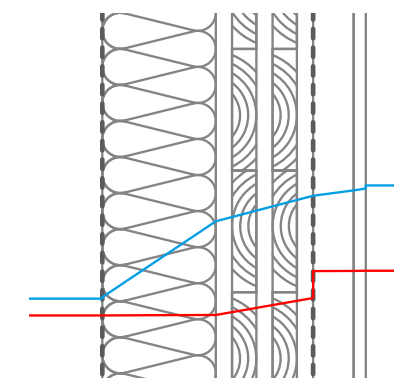
Zona climática αα (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



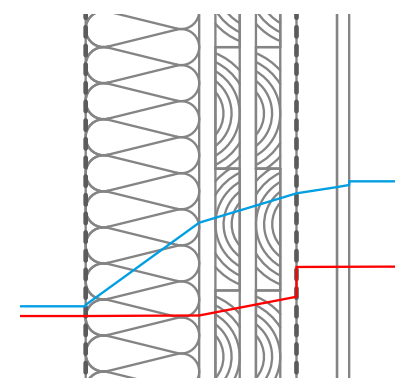
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



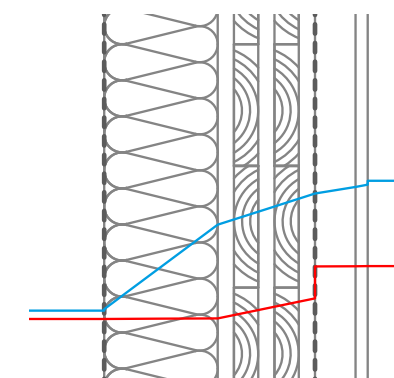
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%

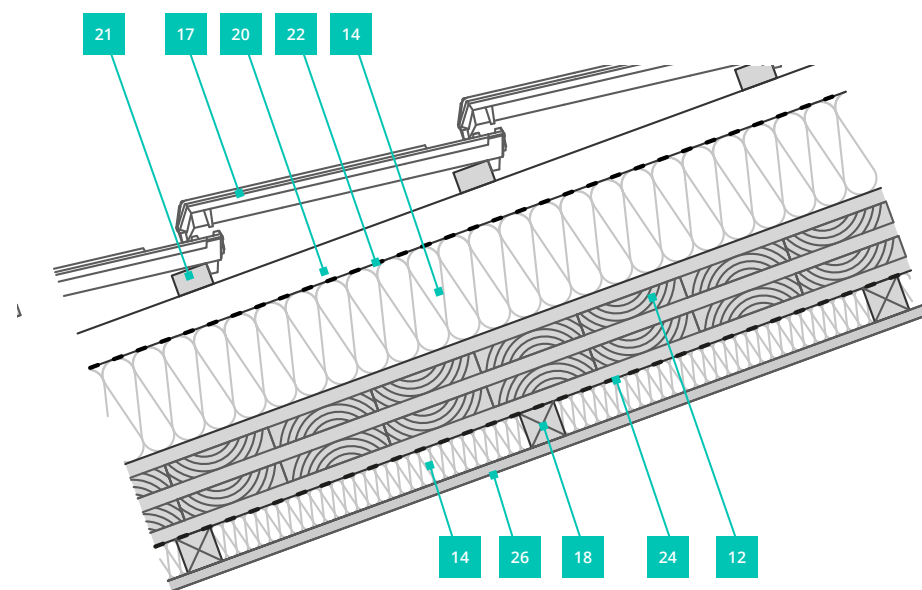


Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

OPCIÓN B: CON AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con las siguientes características:

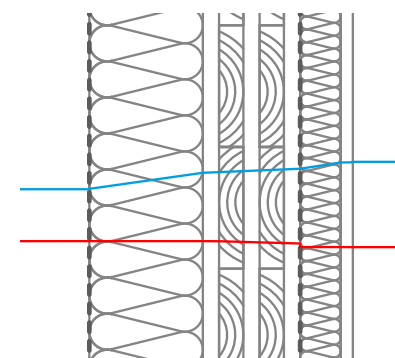
TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Teja cerámica plana	-	-	-	-
Doble enrastrelado de madera tratada	-	-	-	-
Lámina impermeable transpirable	0,54	0,22	0,00	37
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	140	0,036	3,89	1
Estructura de CLT	120	0,130	0,92	50
Lámina barrera de vapor	0,20	0,22	0	47619
Aislamiento Lana de roca de doble densidad	50	0,036	1,39	1
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,155				

ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

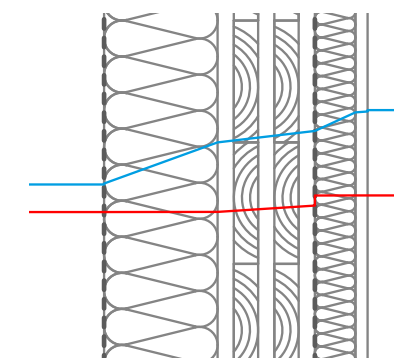
Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

Los diagramas se han girado hasta su vertical para facilitar su comprensión.

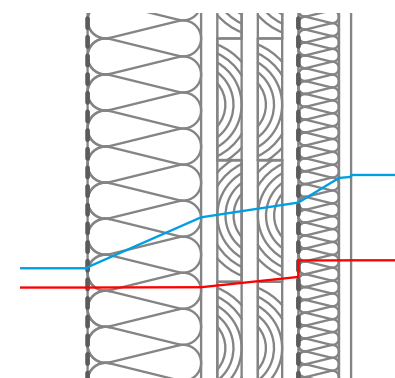
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



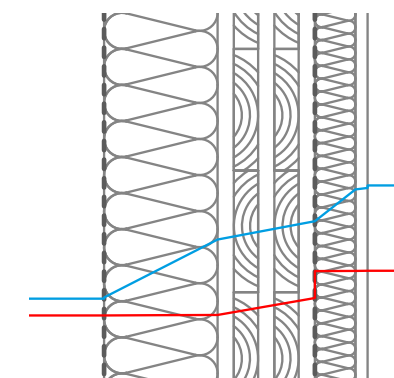
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



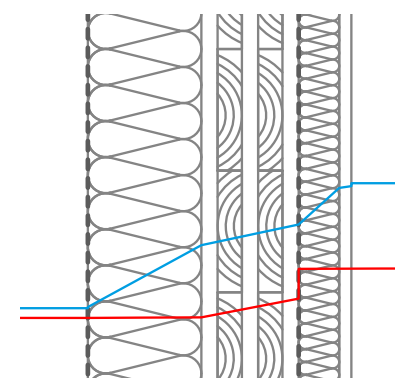
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



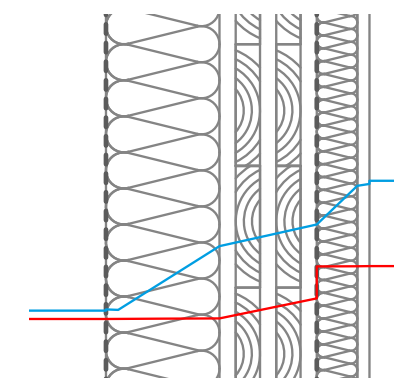
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%



Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



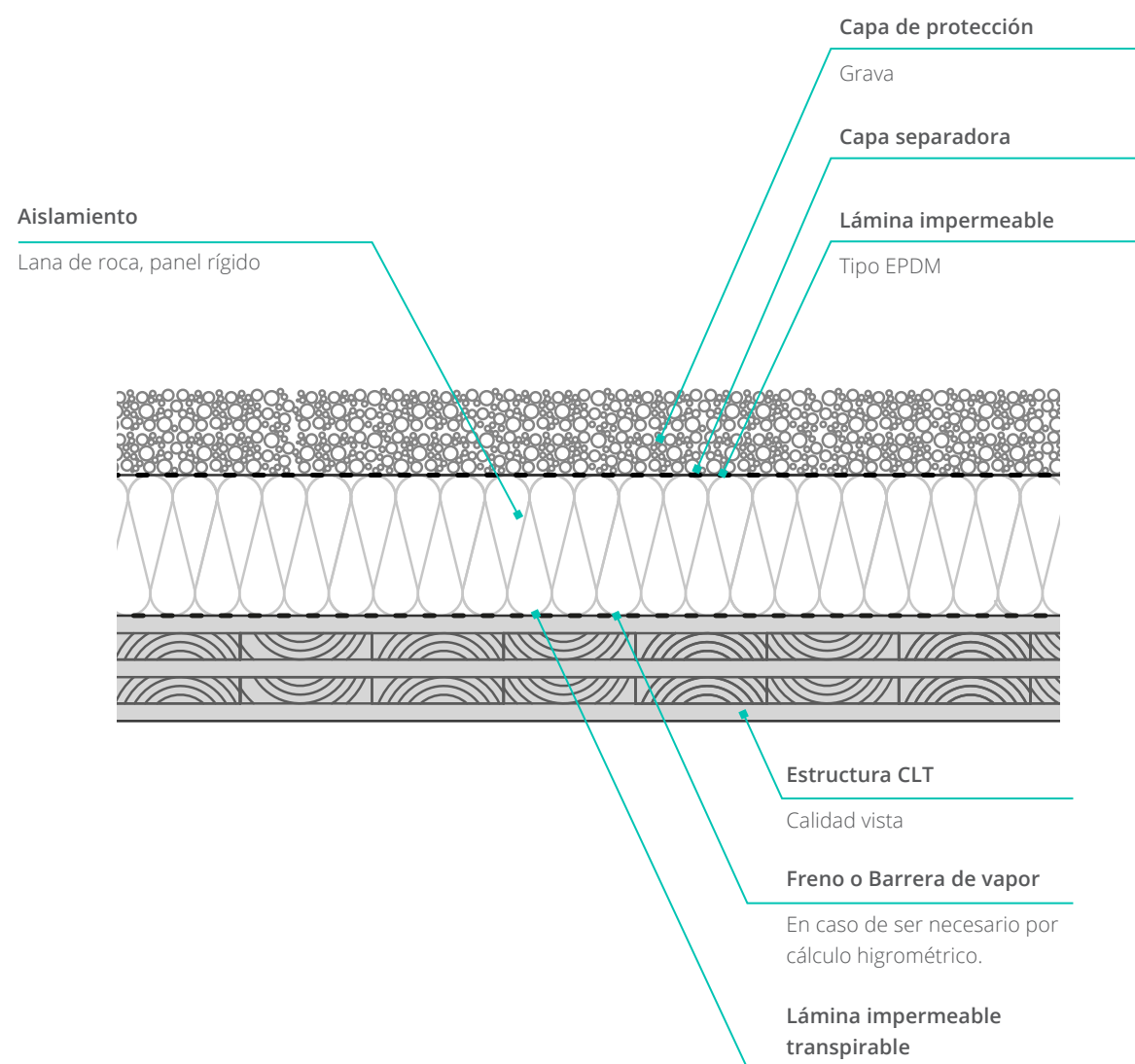
Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

D9

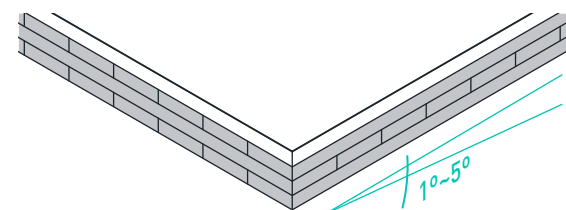
**CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE
CON ESTRUCTURA CLT**

DESCRIPCIÓN

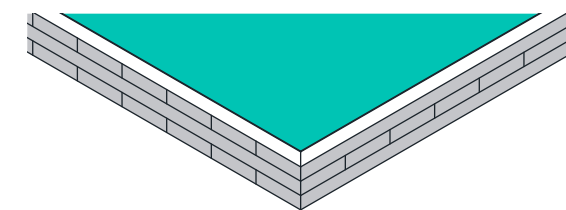
Cubierta plana no transitable, no ventilada, con una pendiente entre el 1 y el 5%, sobre estructura de CLT y acabado exterior con capa de protección de grava e interior de CLT visto, compuesta por:



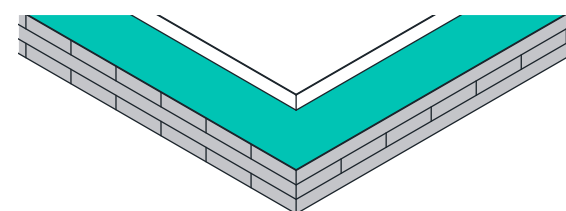
CONSEJOS



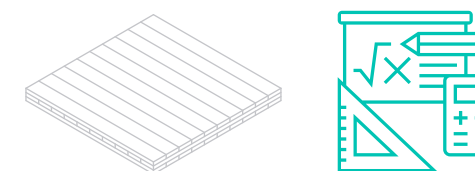
Las cubiertas planas siempre tendrán una pequeña pendiente de entre el 1 y el 5% para facilitar la evacuación de aguas.



Se deberá asegurar la impermeabilidad de la cubierta plana mediante una lámina impermeable bituminosa o sintética.



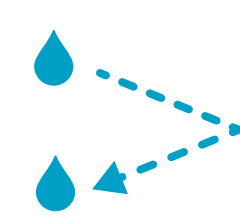
Se colocará una segunda capa de protección impermeable más interior mediante una lámina impermeable transpirable, que deja transpirar la cubierta.



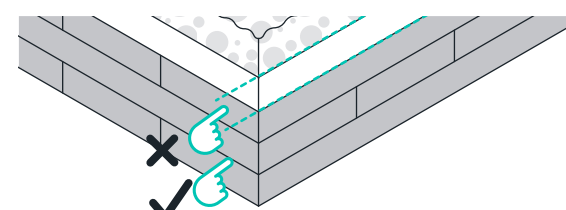
La configuración de la cubierta en su distribución y espesores deberá ser calculada y estudiada por el técnico para conseguir unas condiciones higrotérmicas óptimas.



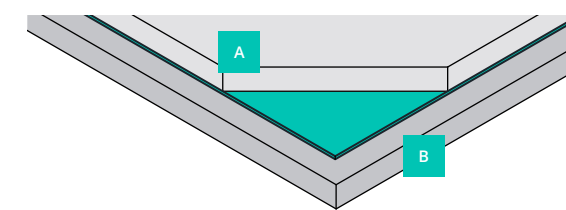
Se deberá trabajar la continuidad de la capa de estanqueidad mediante la colocación de cintas de estanqueidad en las juntas y encuentros entre tableros paneles y con los demás materiales. En este caso, al ser CLT visto al interior, esta se deberá asegurar por el exterior de los paneles de CLT.



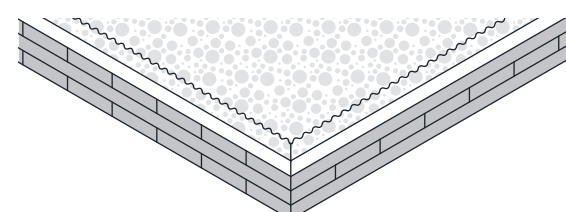
La colocación de una lámina barrera de vapor con un valor de resistencia a la difusión de agua alta, es fundamental en esta solución para evitar condensaciones intersticiales (sobre todo en zona climática C, D y E).



Debido a que la lámina impermeable tipo EPDM no es transitable, se deberá proteger la estructura de CLT, situándola fuera de la zona de peligro de condensaciones (entre la lámina impermeable y la barrera de vapor).

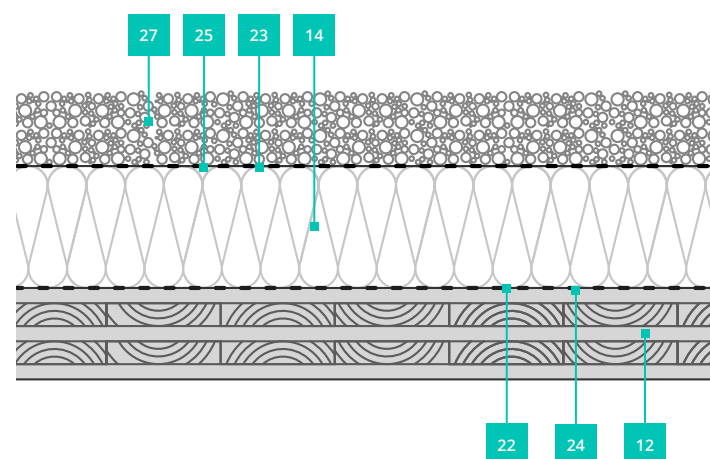


Se deberá tener especial cuidado con las incompatibilidades entre materiales, colocando láminas separadoras en caso de ser necesario.



La cubierta se protegerá mediante una capa de acabado final de grava.

OPCIÓN A: CLT VISTO AL INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con las siguientes características:

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Capa de grava	100	2	0,01	50
Capa separadora	0,85	0,22	0,00	10000
Lámina impermeable tipo EPDM	1,5	0,25	0,01	6000
Aislamiento lana de roca de doble densidad	200	0,036	5,56	1
Lámina impermeable transpirable	1,5	0,22	0	19
Barrera de vapor	0,2	0,4	0	725000
CLT	120	0,13	0,92	50
Transmitancia U= 0,148				

En este tipo de cubiertas planas, se utilizan láminas impermeables no transpirables, por lo que es recomendable colocar el CLT fuera de la zona entre la lámina de vapor y la lámina impermeable.

Siempre habrá que hacer un cálculo higrométrico de cada proyecto, para garantizar el comportamiento de la cubierta en la zona concreta en la que se va a situar.

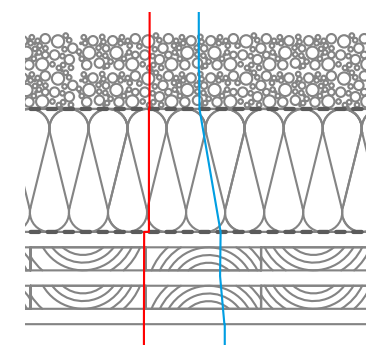
En esta configuración concreta de cubierta plana será necesaria la colocación de una barrera de vapor con un valor de μ alto.

ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

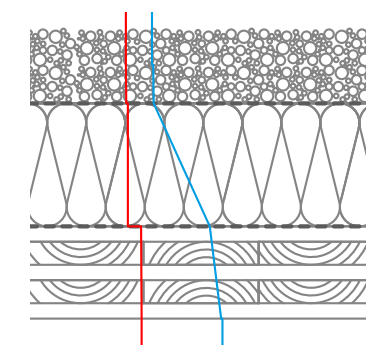
Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

Los diagramas se han realizado con los materiales descritos en la tabla anterior.

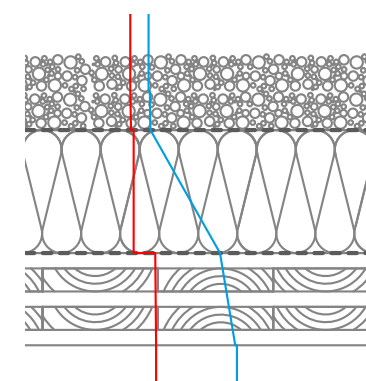
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



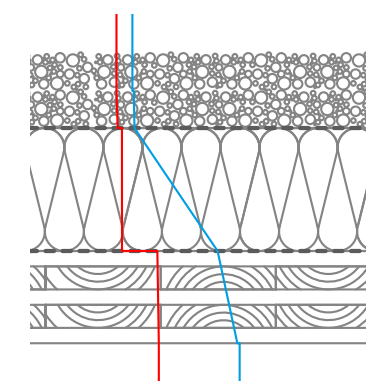
Zona climática α (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



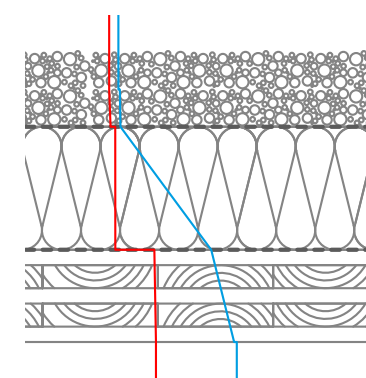
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



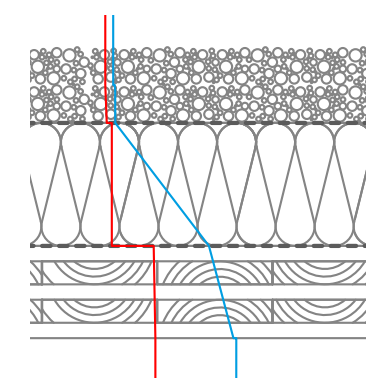
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%

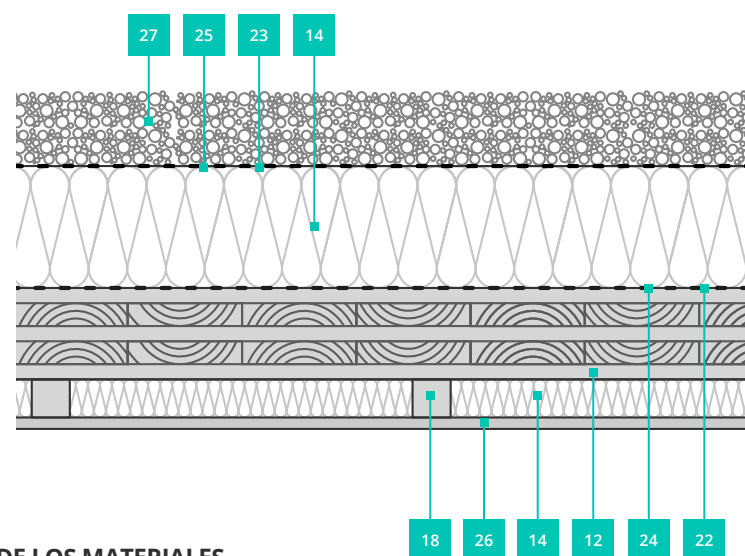


Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

OPCIÓN B: CON AISLAMIENTO EN EL TRASDOSADO INTERIOR



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA SOLUCIÓN

Para el cálculo higrométrico se han considerado los siguientes materiales con las siguientes características:

TRANSMITANCIA				
CAPA	ESPESOR (mm)	λ (W/Mk)	R (m ² ·K/W)	μ
Capa de grava	100	2	0,05	50
Capa separadora	0,85	0,22	0,00	10000
Lámina impermeable tipo EPDM	1,5	0,25	0,01	6000
Aislamiento lana de roca de doble densidad	200	0,036	5,56	1
Lámina impermeable transpirable	1,05	0,22	0,00	19
Barrera de vapor	0,2	0,40	0,00	725000
CLT	120	0,13	0,92	50
Aislamiento lana de roca de doble densidad	50	0,036	1,39	1
Placa de yeso	15	0,25	0,06	4
Transmitancia U= 0,121				

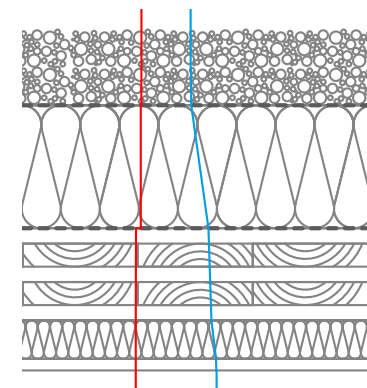
En este tipo de cubiertas planas, se utilizan láminas impermeables no transpirables, por lo que es recomendable colocar el CLT fuera de la zona entre la lámina de vapor y la lámina impermeable. Siempre habrá que hacer un cálculo higrométrico de cada proyecto, para garantizar el comportamiento de la cubierta en la zona en concreto.

En esta configuración concreta de cubierta plana será necesaria la colocación de una barrera de vapor con un valor de μ alto.

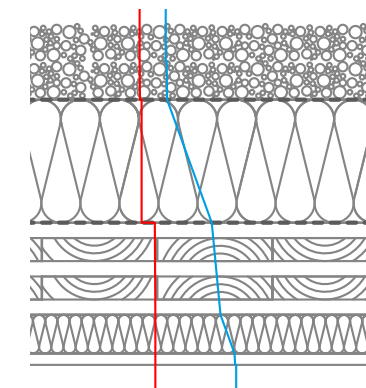
ANÁLISIS DE CONDENSACIONES

Análisis de condensaciones según CTE DB-HE para la solución anterior. Se ha considerado una clase de higrometría CH ≤ 3 correspondiente a oficinas, tiendas, zonas de almacenamiento o viviendas. Los datos de cálculo corresponden a la capital de provincia más desfavorable de cada una de las zonas climáticas.

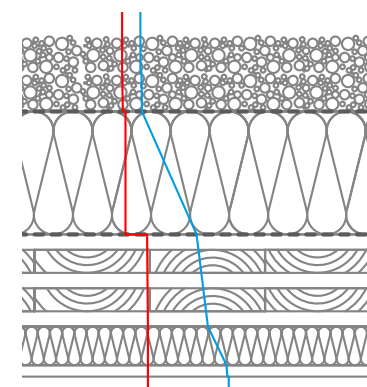
■ Presión de vapor de saturación
■ Presión de vapor



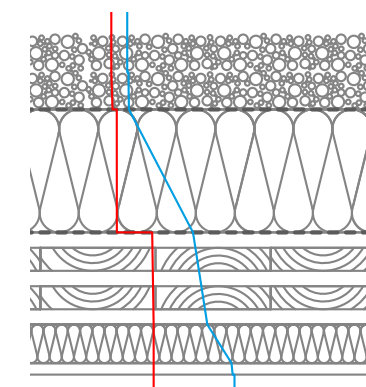
Zona climática $\alpha\alpha$ (Las Palmas)
Tª 17,5 °C | HR 68%



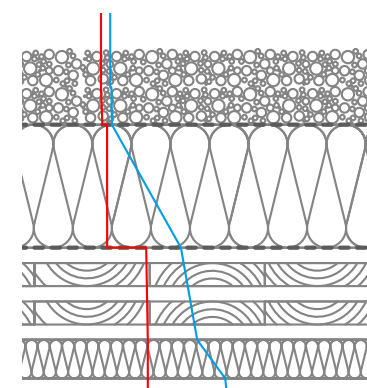
Zona climática A (Huelva)
Tª 12,2 °C | HR 76%



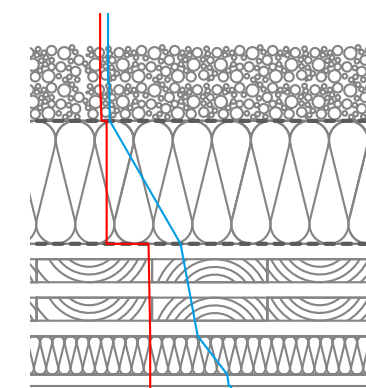
Zona climática B (Córdoba)
Tª 9,5 °C | HR 80%



Zona climática C (Toledo)
Tª 6,1 °C | HR 78%



Zona climática D (Salamanca)
Tª 3,7 °C | HR 85%



Zona climática E (Burgos)
Tª 2,6 °C | HR 86%

ANEXO

CÁLCULOS

CÁLCULOS

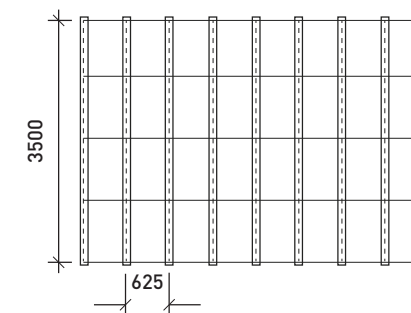
EJEMPLO DE CÁLCULO DE CUBIERTAS DE ENTRAMADO LIGERO

1. DATOS DE PARTIDA

Se realiza la comprobación estructural del siguiente esquema de cubierta:

Longitud de vigas: 3500mm

Separación: 625mm



CLASE DE SERVICIO 1

CARGA EN CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE

Acciones permanentes (Acabado)

Acciones variables **1.20 kN/m²**

Uso **1.00 kN/m²**

(Cubierta accesible únicamente para conservación) $\psi_0 = 0; \psi_1 = 0; \psi_2 = 0$

(Carga concentrada) $\psi_0 = 0.5; \psi_1 = 0.2; \psi_2 = 0$

(Sobrecarga no concomitante con el resto de acciones variables)

Nieve 1.00 kNm² (< 1000 m.s.n.m)

COMPROBACIONES:

Estado límite último

Estado límite de servicio:

Integridad	l/300 (Cubierta)
Confort	l/350
Apariencia	l/300

RESISTENCIA A FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Tiempo R30

2. COMBINACIONES DE CARGA

ELU: Estado Límite Último (DB SE (4.3))

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \{\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}\}$$

ELU 1 $1.35 \cdot G_k$ (Duración permanente)

ELU 2 $1.35 \cdot G_k + 1.50 \cdot Q_{k,uso}$ (Corta duración)

ELU 3 $1.35 \cdot G_k + 1.50 \cdot Q_{k,puntual}$ (Corta duración)

ELU 4 $1.35 \cdot G_k + 1.50 \cdot Q_{k,nieve}$ (Corta duración)

ELU: Estado Límite Último (DB SE (4.3))

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \{\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}\}$$

$$1.35 \cdot G_k + 1.50 \cdot Q_{k,1}$$

ELS: Integridad de los elementos constructivos (Wint) (DB SE (4.6 y 7.1))

Combinación de acciones característica, considerando únicamente las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento.

$$u_{inst,G}^* \cdot k_{def} + u_{inst,G}^{**} (1 + k_{def}) + u_{inst,Q,1} (1 + \psi_{2,1} k_{def}) + \sum_{i>1} \{\psi_{0,i} \cdot u_{inst,Q,i} (1 + \psi_{2,i} k_{def})\}$$

$u_{inst,G}^*$ Deformación instantánea por carga permanente previa a la construcción del elemento.

$u_{inst,G}^{**}$ Deformación instantánea por carga permanente del elemento y posterior.

ELS: Confort de los usuarios (DB SE (4.7))

Combinación de acciones característica, considerando únicamente las acciones de corta duración.

$$u_{inst,Q,1} + \sum_{i>1} \{\psi_{0,i} \cdot u_{inst,Q,i}\}$$

ELS: Apariencia de la obra (DB SE (4.8 y 7.1))

Combinación de acciones casi permanente.

$$u_{inst,G} (1 + k_{def}) + \sum_{i>1} \{\psi_{2,i} \cdot u_{inst,Q,i} (1 + k_{def})\}$$

Situación de incendio (DB SE (4.4))

$$G_{k,1} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \{\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}\}$$

ELS 1 $u_{inst,G}^* \cdot k_{def} + u_{inst,uso}$

ELS 2 $u_{inst,G}^* \cdot k_{def} + u_{inst,nieve}$

ELS 3 $u_{inst,uso}$

ELS 4 $u_{inst,nieve}$

ELS 5 $u_{inst,G} (1 + k_{def})$

ACC 1 $G_{k,1} + 0.2 \cdot Q_{k,nieve}$

3. CÁLCULO DEL TABLERO (APOYADO SOBRE MÁS DE DOS VANOS)

NOTA

Para el cálculo del tablero suponemos un ancho efectivo de cálculo de 1m. No se comprueba la carga puntual sobre el tablero.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Tablero _ SuperPan Tech P5 19mm (Espesor de cálculo 18mm)

$$f_{m,k} = 22.10 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 7.80 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,med} = 4025 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{med} = 1010 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{med} = 712 \text{ kg/m}^3$$

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS

Inercia

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{1000 \cdot 18^3}{12} = 486000 \text{ mm}^4$$

Módulo resistente

$$W = \frac{I}{h/2} = \frac{486000}{9} = 54000 \text{ mm}^3$$

FACTORES DE MODIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES

Coefficiente parcial de seguridad (DB SE-M (Tabla 2.3))

Tableros de partículas $\gamma_M = 1.30$

Factor de modificación (DB SE-M (Tabla 2.4))

Partículas tipo P4; Acción permanente $k_{mod} = 0.30$

Partículas tipo P4; Acción de media duración $k_{mod} = 0.65$

Factor deformación diferida (DB SE-M (Tabla 7.1))

Partículas tipo P4 $k_{def} = 2.25$

CARGAS

Peso propio del tablero

$$712 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.018 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 12.82 \text{ kg/m}$$

$$12.82 \text{ kg/m} \cdot \frac{10}{1000} = 0.128 \text{ kN/m}$$

A1: Carga permanente **2.197 kN/m**

A2: Sobre peso de uso **2.000 kN/m**

A3: Nieve **1.000 kN/m**

3.1. COMPROBACIONES A ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

ESFUERZOS ELU

En ELU se considera que los tableros arriostan la cara superior de las vigas, y por tanto, imposibilitan el vuelco lateral. La combinación desfavorable se corresponde actuando únicamente la carga permanente.

Carga ELU (Acción permanente)

Duración permanente, comb. desfavorable

$$\text{ELU 1 } 1.35 \cdot G_k \quad 1.35 \cdot 1.328 = 1.79 \text{ kN/m}$$

Momento máximo

$$M_d = \frac{1.79 \text{ kN/m} \cdot (0.625 \text{ m})^2}{8} = 0.087 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Cortante máximo

$$V_d = \frac{5 \cdot 1.79 \text{ kN/m} \cdot 0.625 \text{ m}}{8} = 0.699 \text{ kN}$$

Diagramas de viga continua:

$$R_{\text{centro}} = \frac{5 \cdot q \cdot L}{4}$$

$$V_{d,\text{max}} = \frac{5 \cdot q \cdot L}{8}$$

$$M_{d,\text{max}} = \frac{q \cdot L^2}{8}$$

Flexión simple (Acción permanente) (DB SE-M (6.7))

Tensión normal

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{87000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{54000 \text{ mm}^3} = 1.61 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo

$$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0.30 \cdot 22.10}{1.30} = 5.10 \text{ N/mm}^2$$

Índice

$$I_{m,y} = \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{1.61}{5.10} = 0.32$$

Cortante (Acción permanente) (DB SE-M (6.12))

Tensión normal

$$\tau_{,d} = \frac{1.5 \cdot V_d}{b \cdot h} = \frac{1.5 \cdot 699 \text{ N}}{1000 \text{ mm} \cdot 18 \text{ mm}} = 0.06 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo

$$f_{v,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0.30 \cdot 7.80}{1.30} = 1.80 \text{ N/mm}^2$$

Índice

$$I_{m,y} = \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0.06}{1.80} = 0.03$$

3.2. COMPROBACIONES A ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

DEFORMACIONES PARA CASOS DE CARGA SIMPLES

Fórmula utilizada para deformación en tablero continuo sobre 2 o más vanos.

$$f_{\text{max}} = \frac{q \cdot L^4}{185 \cdot E \cdot I}$$

Deformación acciones permanentes

$$w_G = \frac{1.328 \text{ N/mm} \cdot (625 \text{ mm})^4}{185 \cdot 4025 \text{ N/mm}^2 \cdot 486000 \text{ mm}^4} = 0.56 \text{ mm}$$

Deformación acciones variables

$$w_{\text{nieve}} = \frac{0.600 \text{ N/mm} \cdot (625 \text{ mm})^4}{185 \cdot 4025 \text{ N/mm}^2 \cdot 486000 \text{ mm}^4} = 0.25 \text{ mm} \quad w_{\text{uso}} = \frac{1.000 \text{ N/mm} \cdot (625 \text{ mm})^4}{185 \cdot 4025 \text{ N/mm}^2 \cdot 486000 \text{ mm}^4} = 0.42 \text{ mm}$$

ELS INTEGRIDAD DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Deformación ELS Integridad

$$u_{\text{inst},G}^* \cdot k_{\text{def}} + u_{\text{inst},Q,1} (1 + \Psi_{2,i} \cdot k_{\text{def}})$$

Deformación ELS Integridad

$$\text{ELS 1 } u_{\text{inst},G}^* \cdot k_{\text{def}} + u_{\text{inst},uso} \quad 0.56 \cdot 2.25 + 0.42 = 1.68 \text{ mm}$$

Límite de deformación

$$\frac{L}{300} = \frac{625 \text{ mm}}{300} = 2.08 \text{ mm}$$

Índice

$$I_{ELS,int} = \frac{1.68}{2.08} = 0.81$$

ELS CONFORT DE LOS USUARIOS

Deformación ELS Confort

$$\text{ELS 1 } u_{\text{inst},uso}$$

Deformación ELS Confort

$$0.42 \text{ mm}$$

Límite de deformación

$$\frac{L}{350} = \frac{625 \text{ mm}}{350} = 1.79 \text{ mm}$$

Índice

$$I_{ELS,int} = \frac{0.42}{1.79} = 0.24$$

ELS APARIENCIA DE LA OBRA

Deformación ELS Apariencia

$$\text{ELS 5 } u_{\text{inst},G} (1 + k_{\text{def}})$$

Deformación ELS Apariencia

$$0.56 \cdot (1 + 2.25) = 1.82 \text{ mm}$$

Límite de deformación

$$\frac{L}{300} = \frac{625 \text{ mm}}{300} = 2.08 \text{ mm}$$

Índice

$$I_{ELS,int} = \frac{1.82}{2.08} = 0.88$$

4. CÁLCULO DE VIGAS

Vigas de sección 100mm x 160mm, 3.50 m de longitud e intereje 625mm.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Madera _GL24h

$$f_{m,k} = 24.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,med} = 11500 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{med} = 650 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{med} = 500 \text{ kg/m}^3$$

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS

Inercia

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{100 \cdot 160^3}{12} = 34133333 \text{ mm}^4$$

Módulo resistente

$$W = \frac{I}{h/2} = \frac{34133333}{80} = 426667 \text{ mm}^3$$

FACTORES DE MODIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES

· Coeficiente parcial de seguridad (DB SE-M (Tabla 2.3))

Madera laminada $\gamma_M = 1.25$

· Factor de modificación (DB SE-M (Tabla 2.4))

Madera laminada; Acción permanente $k_{mod} = 0.60$

Madera laminada; Acción de media duración $k_{mod} = 0.80$

· Factor deformación diferida (DB SE-M (Tabla 7.1))

Madera laminada $k_{def} = 0.60$

· Factor de altura (DB SE-M 2.2) $k_h = 1.10$

CARGAS

· Peso propio del tablero

$$0.128 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.625 \text{ m} = 0.08 \text{ kN/m}$$

· Peso propio vigueta

$$500 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.10 \text{ m} \cdot 0.16 \text{ m} = 8.00 \text{ kg/m}$$

$$8.00 \text{ kg/m} \cdot \frac{10}{1000} = 0.08 \text{ kN/m}$$

Se considera un incremento en la carga por efecto de la continuidad de los tableros sobre dos vanos. Utilizamos para cubrir todos los posibles casos, un coeficiente de hiperestaticidad de 1.25.

· A1: Carga permanente de uso $(1.20 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.625 \text{ m}^2 + 0.08 \text{ kN/m}) \cdot 1.25 + 0.08 = 1.118 \text{ kN/m}$

· A2: Sobrecarga de uso $(1.00 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.625 \text{ m}^2) \cdot 1.25 = 0.781 \text{ kN/m}$

· A2*: Uso concentrada **2 kN**

· A3: Nieve $(1.00 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.625 \text{ m}^2) \cdot 1.25 = 0.781 \text{ kN/m}$

4.1. COMPROBACIONES A ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

ESFUERZOS ELU

En ELU se considera que los tableros arriostran la cara superior de las vigas y, por tanto, imposibilitan el vuelco lateral.

Carga ELU (Corta duración, comb. desfavorable)

$$1.35 \cdot G_k + 1.50 \cdot Q_{k,puntual}$$

$$1.35 \cdot 1.118 = 1.509 \text{ kN/m}$$

$$1.50 \cdot 2.000 = 3.000 \text{ kN}$$

Momento máximo

$$M_d = \frac{1.509 \text{ kN/m} \cdot (3.5 \text{ m})^2}{8} + \frac{3 \text{ kN} \cdot 3.5}{4} = 4.935 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Cortante máximo

$$V_d = \frac{1.509 \text{ kN/m} \cdot 3.5 \text{ m}}{2} + 3 \text{ kN} = 5.640 \text{ kN}$$

Diagramas de carga repartida:

$$V_{d,max} = q$$

$$M_{d,max} = \frac{q \cdot L}{4}$$

Diagramas de carga puntual:

$$V_{d,max} = \frac{q \cdot L}{2}$$

$$M_{d,max} = \frac{q \cdot L^2}{8}$$

FLEXIÓN SIMPLE (ACCIÓN PERMANENTE) (DB SE-M (6.7))

Tensión normal

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{4935000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{426667 \text{ mm}^3} = 11.57 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k} \cdot k_h}{\gamma_M} = \frac{0.90 \cdot 24 \cdot 1.1}{1.25} = 19.01 \text{ N/mm}^2$$

Índice

$$I_{m,y} = \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{11.57}{19.01} = 0.61$$

CORTANTE (ACCIÓN PERMANENTE) (DB SE-M (6.12))

Tensión normal

$$\tau_{d} = \frac{1.5 \cdot V_d}{b \cdot k_{cr} \cdot h} = \frac{1.5 \cdot 5640 \text{ N}}{100 \text{ mm} \cdot 0.67 \cdot 160 \text{ mm}} = 0.79 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k} \cdot k_h}{\gamma_M} = \frac{0.90 \cdot 3.5}{1.25} = 2.52 \text{ N/mm}^2$$

Índice

$$I_{m,y} = \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0.79}{2.52} = 0.31$$

4.2. COMPROBACIONES A ESTADO LÍMITE DE SERVICIO**DEFORMACIONES PARA CASOS DE CARGA SIMPLES**

Fórmula utilizada para deformación de una viga biapoyada con carga repartida.

$$f_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \left[1 + \frac{24}{25} \cdot \frac{E}{G} \cdot \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right]$$

Deformación acciones permanentes

$$w_G = \frac{5 \cdot 1.118 \text{ N/mm} \cdot (3500 \text{ mm})^4}{384 \cdot 11500 \text{ N/mm}^2 \cdot 3413333 \text{ mm}^4} \left[1 + \frac{24}{25} \cdot \frac{11500 \text{ N/mm}^2}{650 \text{ N/mm}^2} \cdot \left(\frac{160 \text{ mm}}{3500 \text{ mm}} \right)^2 \right] = 5.76 \text{ mm}$$

Deformación acciones variables

$$w_{uso} = \frac{5 \cdot 0.784 \text{ N/mm} \cdot (3500 \text{ mm})^4}{384 \cdot 11500 \text{ N/mm}^2 \cdot 3413333 \text{ mm}^4} \left[1 + \frac{24}{25} \cdot \frac{11500 \text{ N/mm}^2}{650 \text{ N/mm}^2} \cdot \left(\frac{160 \text{ mm}}{3500 \text{ mm}} \right)^2 \right] = 4.03 \text{ mm}$$

$$w_{nieve} = \frac{5 \cdot 0.784 \text{ N/mm} \cdot (3500 \text{ mm})^4}{384 \cdot 11500 \text{ N/mm}^2 \cdot 3413333 \text{ mm}^4} \left[1 + \frac{24}{25} \cdot \frac{11500 \text{ N/mm}^2}{650 \text{ N/mm}^2} \cdot \left(\frac{160 \text{ mm}}{3500 \text{ mm}} \right)^2 \right] = 4.03 \text{ mm}$$

ELS INTEGRIDAD DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Deformación ELS Integridad

$$u_{inst,G} \cdot k_{def} + u_{inst,uso}$$

$$5.76 \cdot 0.60 + 4.03 = 7.49 \text{ mm}$$

Límite de deformación

$$\frac{L}{300} = \frac{3500 \text{ mm}}{300} = 11.67 \text{ mm}$$

Índice

$$I_{ELS,int} = \frac{7.49}{11.67} = 0.64$$

ELS CONFORT DE LOS USUARIOS

Deformación ELS Integridad

$$u_{inst,uso}$$

$$4.03 \text{ mm}$$

Límite de deformación

$$\frac{L}{350} = \frac{3500 \text{ mm}}{350} = 10.0 \text{ mm}$$

Índice

$$I_{ELS,int} = \frac{4.03}{10.0} = 0.40$$

ELS APARIENCIA DE LA OBRA

Deformación ELS Integridad

$$u_{inst,G} (1 + k_{def})$$

$$5.76 \cdot (1 + 0.60) = 9.22 \text{ mm}$$

Límite de deformación

$$\frac{L}{300} = \frac{3500 \text{ mm}}{300} = 11.67 \text{ mm}$$

Índice

$$I_{ELS,int} = \frac{9.22}{11.67} = 0.79$$

4.3. COMPROBACIONES EN SITUACIÓN DE INCENDIO**NOTA**

En cubierta podemos considera el tablero como estructura secundaria. En este caso, es necesario tener en cuenta el posible vuelco lateral de las vigas por la falta de arriostramiento de las piezas.

CÁLCULO DE LA SECCIÓN REDUCIDA

Tiempo de resistencia a fuego	30 min
Velocidad de carbonización nominal	0.70 mm/min
Profundidad carbonizada	$d_{char,n} = \beta_n \cdot t = 0.70 \cdot 30 = 21 \text{ mm}$
Profundidad eficaz	$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 21 + 1 \cdot 7 = 28 \text{ mm}$
Sección reducida	$b = 100 - 28 \cdot 2 = 44 \text{ mm}$
	$h = 160 - 28 = 132 \text{ mm}$

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS

Sección (bxh)

$$44 \text{ mm} \times 132 \text{ mm}$$

Inercia

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{44 \cdot 132^3}{12} = 8433216 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{132 \cdot 44^3}{12} = 937024 \text{ mm}^4$$

Módulo resistente

$$W_y = \frac{I}{h/2} = \frac{8433216}{66} = 127776 \text{ mm}^3$$

Inercia a torsión

$$I_{tor} = \frac{h \cdot b^3}{3} \left(1 - 0.63 \frac{b}{h} \right) = \frac{132 \cdot 44^3}{3} \left(1 - 0.63 \frac{44}{132} \right) = 2960996 \text{ mm}^4$$

FACTORES DE MODIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES EN SITUACIÓN DE INCENDIO (DB SI (E.2.1.1))

Coef. parcial de seguridad

$$\gamma_M = 1.00$$

Factores de modificación

$$k_{mod} = 1.00$$

$$k_{fi} = 1.15$$

Factores de altura

$$k_h = 1.10$$

ACC_SITUACIÓN DE INCENDIO

$$G_{k,1} + 0.2 \cdot Q_{k,nieve}$$

$$1.118 + 0.20 \cdot 0.781 = 1.274 \text{ kN/m}$$

Momento máximo

$$M_d = \frac{1.274 \text{ kN/m} \cdot (3.5 \text{ m})^2}{8} = 1.95 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Cortante máximo

$$V_d = \frac{1.274 \text{ kN/m} \cdot 3.5 \text{ m}}{2} = 2.23 \text{ kN}$$

4.4. FACTOR REDUCTOR POR VUELCO LATERAL

DB SE-M (6.37)

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,k} \cdot k_{fl} \cdot I_z \cdot G_{0,k} \cdot k_{fl} \cdot I_{tor}}}{L_{ef} \cdot W_y} = \frac{\pi \cdot \sqrt{9600 \cdot 1.15 \cdot 937024 \cdot 540 \cdot 1.15 \cdot 2960996}}{3645 \cdot 127776} = 29.41$$

DB SE-M (6.36)

$$L_{ef} = \beta_v \cdot L + 2 \cdot h = 0.95 \cdot 3500 + 2 \cdot 160 = 3645 \text{ mm}$$

DB SE-M (6.41)

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k} \cdot k_{fl}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24 \cdot 1.15}{29.41}} = 0.97$$

DB SE-M (6.37)

$$0.75 < \lambda_{rel,m} < 1.4:$$

$$k_{crit} = 1.56 - 0.75 \cdot \lambda_{rel,m} = 1.56 - 0.75 \cdot 0.97 = 0.83$$

FLEXIÓN CON VUELCO LATERAL (DB SE-M (6.7))

Tensión normal

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{1950000 \text{ N}\cdot\text{mm}}{127776 \text{ mm}^3} = 15.26 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k} \cdot k_h \cdot k_{fl}}{\gamma_M} = \frac{1.0 \cdot 24 \cdot 1.10 \cdot 1.15}{1} = 30.36 \text{ N/mm}^2$$

Índice

$$I_{m,y} = \frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{15.26}{0.83 \cdot 30.36} = 0.61$$

CORTANTE (DB SE-M (6.12))

Tensión normal

$$\tau_d = \frac{1.5 \cdot V_d}{b \cdot k_{cr} \cdot h} = \frac{1.5 \cdot 2230 \text{ N}}{44 \text{ mm} \cdot 0.67 \cdot 132 \text{ mm}} = 0.86 \text{ N/mm}^2$$

Resistencia de cálculo

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k} \cdot k_{fl}}{\gamma_M} = \frac{1.0 \cdot 3.5 \cdot 1.15}{1.0} = 4.03 \text{ N/mm}^2$$

Índice

$$I_{m,y} = \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0.86}{4.03} = 0.21$$

ADVERTENCIA IMPORTANTE

Este documento es meramente orientativo.

Cada instalación tiene características y condiciones que pueden no ser tenidas en cuenta en este documento, en consecuencia, un especialista ha de analizar y verificar en cada caso concreto a fin de validar que las características del producto son adecuadas a la obra concreta de que se trate. El responsable de los cálculos será el técnico proyectista.

EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

Las condiciones de puesta en obra del tablero superPan Tech varían ampliamente. En ningún caso FINSA (Financiera Maderera s.a.), ni sus representantes, tienen conocimiento sobre la calidad de los materiales, los métodos constructivos utilizados en el proyecto constructivo y la experiencia de los agentes involucrados, por lo que acorde con esto, no garantizarán los datos técnicos, de cálculo o ejecución del tablero superPan Tech en estructuras completas. FINANCIERA MADERERA S.A. no se hace responsable de los daños derivados de no seguir estas recomendaciones, o de fallos de producto ocasionados por un diseño estructural inadecuado o por el mal uso de este producto.



FINSA
soluciones en madera