



**FICHA TÉCNICA
STYROFOAM**

Soluciones STYROFOAM



Los aislamientos térmicos en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Las exigencias del CTE aplicadas a soluciones constructivas con planchas STYROFOAM* de poliestireno extruido (XPS)

Las exigencias del CTE aplicadas a soluciones constructivas con planchas STYROFOAM* de poliestireno extruido (XPS)

Antecedentes

En España, como consecuencia de la crisis del petróleo de 1973, se empezó a tener en cuenta, a finales de los 70, la necesidad de tomar medidas que tendieran al ahorro energético, con el objetivo estratégico de depender en menor cuantía de las importaciones de petróleo.

En edificación esto encontró su reflejo en la Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas, del año 1979 (NBE-CT-79). Fue un paso muy importante, aunque sólo fuera por reglamentar por primera vez la cuestión.

Sin embargo, desde aquel año, hace más de cuarto de siglo, han sucedido varios hechos de gran y creciente relevancia, que vuelven obsoletos e insuficientes los planteamientos y requisitos allí expresados. Se pueden destacar dos:

- »» El reconocimiento del **cambio climático**, debido al fenómeno del calentamiento global, acelerado como resultado del aumento de emisiones de gases con efecto invernadero, procedentes, sobre todo, de la quema de combustibles fósiles. El acuerdo global para enfrentarse a este problema crítico se ha concretado en el conocido Protocolo de Kyoto, abierto por Naciones Unidas a la firma y, posteriormente, a la adhesión de todos los Estados del mundo en 1998, y que, finalmente, ha entrado en vigor en 2005.
- »» El **ingreso de España en la Unión Europea**, con la obligación, como para todos los demás Estados europeos, de efectuar la transposición, a la reglamentación técnica nacional, de las conocidas Directivas de la Comisión Europea (CE). Así, por ejemplo, en el terreno que nos ocupa, la Directiva 89/106/CE, sobre productos de construcción, y la más reciente Directiva 2002/91/CE sobre eficiencia energética de la edificación, con la que la Unión europea trata de poner un marco de sostenibilidad al desafío medioambiental creciente.

En este contexto surge (diciembre 1999) la Ley de la Ordenación de la Edificación (LOE), con la determinación, en ella recogida, de elaborar, en un plazo de dos años, un nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE).



Museo Guggenheim - Bilbao



El Casal Gallarta Vizcaya



Hospital Marina - Cartagena

Las exigencias del CTE aplicadas a soluciones constructivas con planchas STYROFOAM* de poliestireno extruido (XPS)

Situación actual del CTE

A la fecha de redacción del presente artículo, pasados más de cinco años desde la publicación de la LOE, todavía no ha visto la luz el CTE.

Al haber entrado últimamente con especial fuerza en la agenda política, parece que se le va a dar finalmente el impulso que faltaba.

Sin embargo, en estos cinco años ha habido un fuerte debate, no tanto puramente político, sino técnico y económico, y, de hecho, ha llegado a haber dos borradores distintos completos, el segundo de los cuales incluso tuvo ocasión de ser revisado el año 2004 por los Servicios Técnicos Comunitarios, en Bruselas, con el objeto, habitual, de que no haya ningún tipo de barrera técnica al "libre" comercio.

En todo caso, la Directiva 2002/91/CE, sobre eficiencia energética de los edificios, entrará en vigor el 4 de enero de 2006, y eso significa que España, como el resto de los Estados de la Unión, ha debido adaptar su reglamentación nacional a la nueva Directiva. Como el CTE es la herramienta para tal objetivo, el plazo está ya marcado por las instancias europeas, y se espera que el nuevo CTE entre en vigor, como muy tarde, a partir de enero de 2006.

Estructura del CTE

El CTE contempla las seis Exigencias Básicas definidas en la LOE (o Requisitos Básicos, en el lenguaje de la Directiva 89/106/CE), las tres primeras relativas a Seguridad (S) y las otras tres relativas a Habitabilidad (H):

- »» Seguridad estructural. (SE)
- »» Seguridad en caso de incendio. (SI)
- »» Seguridad de uso. (SU)
- »» Salubridad. (HS)
- »» Protección frente al ruido. (HR)
- »» Ahorro de energía. (HE)

Cada Exigencia se desarrolla en un articulado que contiene los principios básicos y el objetivo perseguido.

El desarrollo técnico se confía a los llamados Documentos Básicos (DB), donde se establecen los procedimientos que hacen posible el cumplimiento del Código, incluyendo una serie de valores límite de las prestaciones del edificio. Por consiguiente, el enfoque que se quiere predomine es el llamado enfoque prestacional, en contraposición al enfoque prescriptivo.

En cuanto a la exigencia de ahorro de energía, se ha elaborado un DB-HE con cinco capítulos, el primero de los cuales es el DB-HE-1: Limitación de demanda energética, cuyo contenido pasamos a examinar.



CosmoCaixa (Museu de la Ciència) - Barcelona

Las exigencias del CTE aplicadas a soluciones constructivas con planchas STYROFOAM* de poliestireno extruido (XPS)

Contenido del CTE-DB-HE-1, limitación de demanda energética

Presenta el **objetivo** siguiente: *“Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.”*

El **ámbito de aplicación** es el siguiente: *“edificios de nueva construcción; rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se sustituya más del 25% del total de sus cerramientos.”*

Se establecen dos opciones para el **procedimiento de verificación**:

»» Opción simplificada, donde se comparan los valores U (antiguo coeficiente K) de transmitancia térmica de los diversos cerramientos que componen la envolvente, con los valores límite para la zona climatológica de que se trate. Aplicable siempre que “el porcentaje de huecos de cada fachada sea inferior al 60% de su superficie” (excepcionalmente puede ser superior al 60% si la fachada en cuestión representa menos del 10% del área total de fachadas).

Asimismo, en relación a la superficie acristalada o envidrada, se hace la comprobación comparando con el Factor Solar modificado establecido como límite.

»» Opción general, donde se compara el edificio que se va a evaluar con un edificio de referencia. Este cálculo global requerirá modelización mediante soporte informático y estará restringido a edificios singulares.

En definitiva, la opción simplificada será la elegida, sin duda, para la gran mayoría del parque edificatorio.

En este artículo precisaremos más adelante el dimensionamiento correcto del aislamiento térmico, para las diversas aplicaciones, consistente en planchas STYROFOAM* de poliestireno extruido (XPS), en función de los valores U límites, consignados en la opción simplificada. Otros aspectos destacables del DB-HE-1 son los siguientes:

- »» En la nueva zonificación se tiene en cuenta tanto la llamada *severidad* climática invernal como la estival.
- »» Para atender la limitación de las posibles condensaciones, tanto superficiales como intersticiales, se evaluará el riesgo de condensaciones de acuerdo con nuevos criterios, como los de la norma europea UNE EN ISO 13788.
- »» Se tendrán en cuenta, en el cálculo del valor U medio de muros de fachada, los puentes térmicos con área mayor de 0.5 m², tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana.

En el caso del frente de forjado se limitará la condensación superficial. De hecho, como es bien sabido, en los puentes térmicos, el criterio prioritario debe ser evitar las condensaciones superficiales, que llevan a la formación de moho.

Es claro que, cuanto más aislado esté el muro, más fuerte será el efecto de los puentes térmicos que se puedan formar, y mayor el riesgo de condensaciones superficiales.

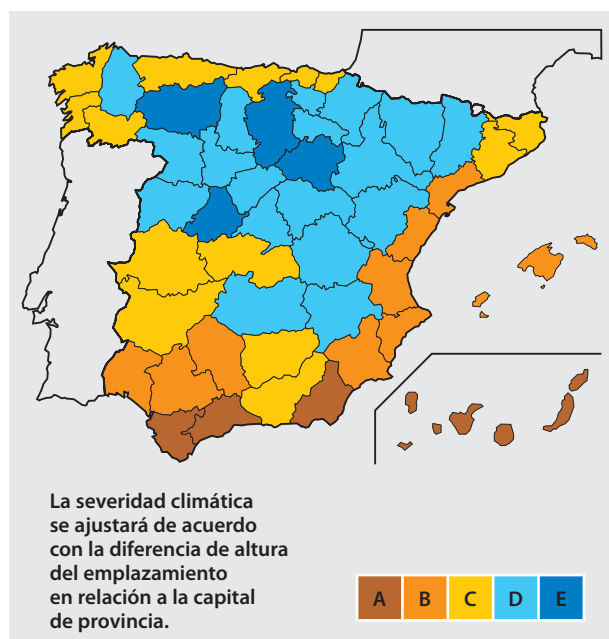
La solución, en particular cuando haya riesgo de condensación superficial en el delicado caso de frente de forjado, pasará necesariamente, en la mayoría de condiciones climatológicas, por la instalación de un aislamiento térmico.

- »» Las prestaciones térmicas de los productos se basarán, de acuerdo con las normas UNE EN de producto y el Mercado CE, en valores declarados (representativos del 90% de la producción, con un nivel de confianza del 90%). Además, el CTE pide se trabaje con *valores de diseño*, según UNE EN ISO 10456, que, básicamente, tienen en cuenta las prestaciones térmicas del aislamiento con un contenido de humedad medio característico de la aplicación de que se trate.

Las exigencias del CTE aplicadas a soluciones constructivas con planchas STYROFOAM* de poliestireno extruido (XPS)

Contenido del CTE-DB-HE-1, Limitación de demanda energética: valores-u límites, por zonas

Para las condiciones invernales, el DB-HE-1 establece la siguiente zonificación:



Los valores U límites de transmitancia térmica son los siguientes:

Zona Invernal	Valores U_m [W/m ² K]		
	Cubiertas	Muros	Suelos
A	0.50	0.94	0.53
B	0.45	0.82	0.52
C	0.41	0.73	0.50
D	0.38	0.66	0.49
E	0.35	0.57	0.48

Zona Invernal	Espesor (cm)						Suelos
	Cubierta Invertida	Cubierta Inclinada	Muro Con Cámara (Puentes Térmicos Aislados)	Muro Con Cámara (Puentes Sin Aislar ⁽¹⁾)	Muro Aislado Por El Interior (Puentes Aislados)	Muro Aislado Por El Interior (Puentes Sin Aislar ⁽¹⁾)	
A	5	6	3	3	3	4	5
B	6	6	3	4	3	5	5
C	7	7	3	5	4	6	5
D	7	8	4	7	4	7	5
E	8	9	5	9	5	10	6

⁽¹⁾ Referido a pilares y formación de huecos. Los frente de forjado, como se indicó anteriormente, se aislarán, no en función de ningún cálculo puramente térmico, sino del más acuciante riesgo de condensaciones superficiales.

En el cálculo de los valores U_m anteriores:

- »» A diferencia de la antigua NBE-CT-79, se incluyen no sólo los cerramientos en contacto con el aire exterior, sino también todos los cerramientos en contacto con espacios no habitables, que, por tanto, también tendrán que ser aislados.
- »» A los cerramientos en contacto con el terreno también se les aplicarán los anteriores valores U límites, con lo que también deberán aislarse.
- »» Como se indicó previamente, los valores U límites para muros, se aplican a un valor medio que pondere también los puentes térmicos causados por pilares y formación de huecos (incluyendo las cajas de persiana).

Nuevo dimensionamiento del aislamiento térmico. Ejemplos con planchas STYROFOAM* de poliestireno extruido:

Los precedentes valores límites de transmitancia térmica encuentran su traducción en un nuevo dimensionado del aislamiento térmico que, en el caso de las soluciones constructivas aisladas con planchas STYROFOAM* quedan, para las principales aplicaciones, como en la siguiente tabla.

Hay que resaltar que, mientras el CTE no entre en vigor, los espesores anteriores son simplemente recomendables. Por el contrario, en cuanto entre, serán reglamentarios para cualquier proyecto de edificación.

Soluciones STYROFOAM



Aislamiento térmico de cerramientos verticales y puentes térmicos

Se recogen
las nuevas
exigencias
del CTE

Conforme a las
nuevas disposiciones
medioambientales y
nuevas normas armonizadas
europeas

Introducción

Esta sección proporciona información sobre las planchas de aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS) WALLMATE CW-A, WALLMATE PM-A y STYROFOAM IB-A, y ofrece una guía para el diseño e instalación de cerramientos verticales y eventuales puentes térmicos aislados con ellas, tanto en obra nueva como en rehabilitación.



Aislar cerramientos verticales

Antes de la aparición de normativas sobre las condiciones térmicas de los edificios era usual el empleo de cámaras de aire como única forma de mejorar el aislamiento térmico en cerramientos verticales de albañilería, obtenidos trasdosando con un tabique el muro exterior.

Con independencia de los problemas de esta solución (continuidad dudosa de las cámaras, rebabas y restos de mortero en su interior, etc), es de notar la poca resistencia térmica adicional que así se proporciona al muro, en el mejor de los casos (en el que no haya, además, infiltraciones no deseadas de aire en la cámara): como se indica en todas las referencias normativas habidas, entre ellas el CTE, se consigue una R de $0.21 \text{ h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{kcal}$ ($0.18 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{W}$). Con los aislantes térmicos disponibles, y para el mismo espesor de la cámara de aire con que se obtiene el valor anterior (50 mm), oscila (según el material aislante) entre 1.16 y $2.08 \text{ h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{kcal}$ (1.00 y $1.79 \text{ m}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{W}$). Es decir, con los aislantes usuales se logra entre 5 y 10 veces más del valor de resistencia térmica de una cámara de aire.

En la mayoría de aislantes la solución de colocarlos en la cámara (**figura 01**) lleva aparejadas algunas dificultades relacionadas con las patologías de humedades que pueden sufrir -con pérdida de prestaciones térmicas- si no se les da la protección adecuada:

- »» es necesario dejar entre la cara interior de la hoja exterior del cerramiento y el aislante térmico una cámara de aire ventilada, o bien impermeabilizar dicha cara interior del muro con el fin de impedir la infiltración de humedad de lluvia hasta el aislamiento. La ventilación además puede ayudar al secado de humedad de condensación proveniente, esta vez, del interior del edificio (flujo de vapor por difusión).
- »» para el mismo propósito de evitar condensaciones intersticiales, puede ser preciso disponer una barrera de vapor entre el aislante y el tabique de trasdosado (es decir, la barrera se coloca en la "cara caliente" del aislante).

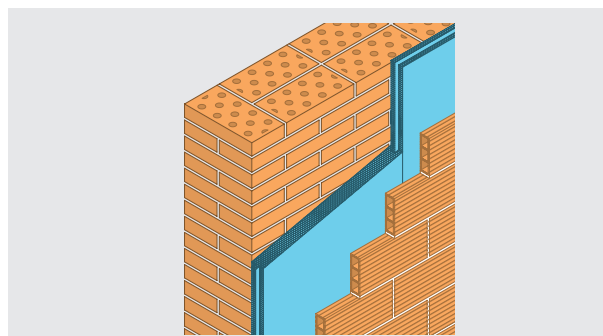


Figura 01

Por otro lado, la solución de aislamiento de cerramientos verticales plantea la necesidad de lograr el máximo de aislamiento con el mínimo de ocupación de superficie útil, y puede ser conveniente elegir soluciones donde se evite el tabique de trasdosado (que representa entre 40 y 90 mm más de espacio útil disponible en todo el perímetro de la construcción), aplicando el revestimiento de yeso in-situ (o, en su lugar, un cartón-yeso) (**figura 02**), directamente sobre el aislante térmico (solución típica, por otro lado, en rehabilitación térmica de edificios). Igualmente las mejores o peores prestaciones térmicas del aislante elegido puede llevar a distintos espesores para una misma resistencia, y por consiguiente una ocupación de superficie útil mayor o menor.

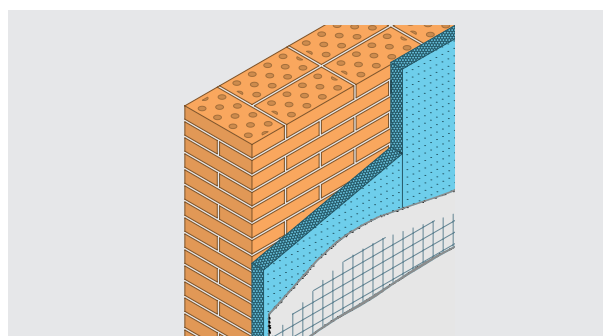


Figura 02

Aislar cerramientos verticales

El caso de los puentes térmicos (figura 03)

Al aislar un cerramiento hay que tener en cuenta la presencia de puentes térmicos, zonas donde, por falta de aislamiento térmico, se produce una discontinuidad con menor resistencia térmica (o, lo que es igual, con mayor transmitancia térmica, U –antiguo coeficiente K -) que el resto del cerramiento.

Ésto es particularmente aplicable a los cerramientos verticales de los edificios (más que a las cubiertas o a los suelos), ya que se pierde frecuentemente la homogeneidad y continuidad de la envolvente debido a diversas razones constructivas / funcionales entre las que destacan, por su gran incidencia:

- »» encuentros del cerramiento vertical con elementos estructurales: forjados, vigas y pilares (**figura 03**).
- »» huecos de ventanas y elementos asociados: capialzados y hornacinas.
- »» incorrecta instalación del aislamiento térmico.

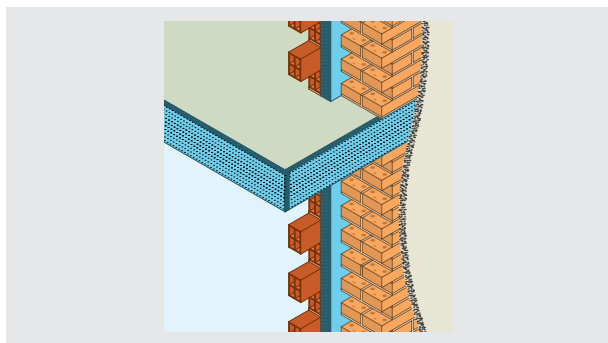


Figura 03

Así, por ejemplo, en un edificio de viviendas con estructura de hormigón y paredes exteriores con cámara rellena de aislante, las pérdidas de calor extras (contando con que el aislante de la cámara esté bien instalado...) pueden variar entre un 20 y un 30%, sólo por la interrupción de la cámara debida a los elementos estructurales (dejando aparte los huecos).

Además, y ésto es lo más preocupante de un puente térmico, aumenta notablemente el riesgo de condensaciones superficiales y, consiguientemente, de formación de moho, en la superficie interior del puente térmico.

Según el diagrama de temperaturas del cerramiento, se tiene que la temperatura superficial interior, T_{si} , es igual a:

$$T_{si} = T_i - U(T_i - T_e) / h_i$$

donde:

T_i = la temperatura del ambiente interior.

T_e = la temperatura del ambiente exterior.

h_i = el coeficiente superficial interior de transmisión de calor.

U = el coeficiente de transmitancia térmica del cerramiento (antiguo coeficiente K).

Por tanto, si aumenta U (como ocurre en los puentes térmicos), T_{si} disminuye y aumenta el riesgo de condensaciones superficiales sobre la pared fría resultante. (Se producirán las condensaciones cuando T_{si} = punto de rocío del ambiente interior. El moho empieza a formarse antes del 100% de humedad relativa -es decir, antes de la condensación como tal-, con 80 - 85% HR).

Requisitos de un aislante térmico para cerramientos verticales

En cámara

El aislante térmico, una vez instalado en la cámara de aire, es prácticamente inaccesible. Cualquier defecto en él y en su instalación será, a partir de ese momento, difícil de detectar... hasta que sobrevienen condensaciones superficiales, e incluso moho, debidos al puente térmico formado donde se haya producido el defecto. Entonces es aún más difícil (y costosa) su solución.

Aunque cualquier aislante es apto para su colocación en cámara, su buen funcionamiento y durabilidad dependen en mayor o menor medida, según el material aislante elegido, de la instalación:

- »» hay casos en que, por la naturaleza del material, sensible a la humedad, hay que prever cámaras de aire ventiladas y barreras de vapor.
- »» por otro lado un aislante con poca rigidez y consistencia puede sufrir asentamientos por gravedad dentro de la cámara, si no se han previsto las fijaciones necesarias.
- »» los encuentros múltiples con elementos estructurales (pilares, vigas, forjados) y huecos de ventanas, si no se acometen con el cuidado debido, pueden representar una proliferación de puentes térmicos en la propia cámara, y la consiguiente degradación de propiedades térmicas de la pared y riesgo de condensaciones.
- »» los aislantes aplicados in-situ dependen de reacciones químicas cuyas condiciones de aplicación en obra son críticas para obtener la efectividad esperada de ellos como aislantes (por no hablar del control básico del espesor aplicado).

En definitiva, si el aislamiento térmico per se depende lo menos posible de las condiciones de instalación, se dispondrá de una mayor seguridad y certeza de que cumplirá su función a lo largo de toda la vida del edificio.

Las planchas WALLMATE CW-A y WALLMATE PM-A de espuma de poliestireno extruido (XPS), gracias a sus óptimas características tanto en prestaciones térmicas como mecánicas (rigidez, estabilidad) y de insensibilidad a la humedad (mínima absorción de agua tanto por inmersión -máx. 0.7% en volumen- como por difusión -máx. 3% en volumen-), ofrecen una seguridad adicional de que, una vez instaladas, la resistencia térmica prevista en proyecto será la real en el edificio terminado y ocupado, incluso tras toda su vida útil. Y ello, en la mayoría de circunstancias, sin necesidad ni de cámara de aire ventilada ni de barrera de vapor, pudiendo colocarse las planchas WALLMATE CW-A y WALLMATE PM-A totalmente emparedadas entre muro exterior y tabique interior (**figura 04**).

El excelente comportamiento ante la humedad de las planchas de poliestireno extruido WALLMATE CW-A y WALLMATE PM-A se explica por tener estructura de célula cerrada, lo que significa que el agua no puede pasar de una célula a la siguiente, que son a modo de compartimentos estancos, y separados por una pared celular, el poliestireno, hidrófoba. En el caso de las planchas WALLMATE CW-A, se dan además las siguientes características, de cara a facilitar su instalación y evitar así el riesgo de malas instalaciones:

- »» se presentan en longitudes de 2.60 m, para que cada plancha encaje en la altura de la cámara (que es obviamente mayor que la altura libre del local o vivienda, típicamente 2.50), entre forjado inferior y forjado superior, sin dejar ningún puente térmico en la cámara que rellenar a posteriori con trozos de plancha.

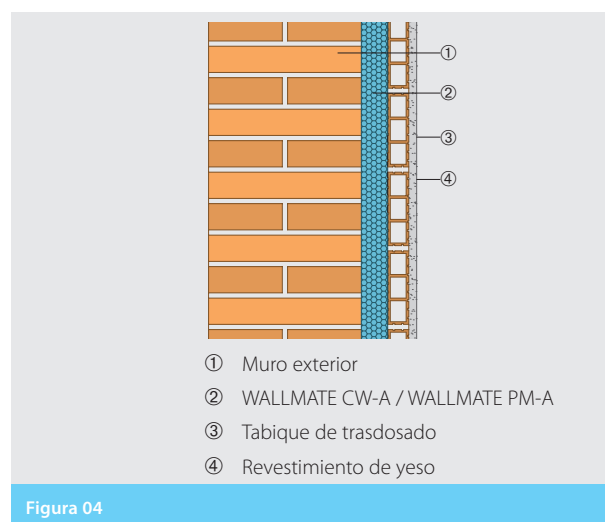


Figura 04

Requisitos de un aislante térmico para cerramientos verticales

- »» los bordes de las planchas son machihembrados:
- 1 se evita el puente térmico de la junta entre planchas, pero, aún más importante:
 - 2 en caso de disponer una cámara ventilada entre aislamiento y muro exterior, se obtiene una junta estanca a la convección del aire a uno y otro lado de las planchas aislantes. Obsérvese que la posibilidad de que el aire se mueva por convección a través de juntas "abiertas" puede llevar a aumentar la transmisión térmica (la convección es uno de los tres mecanismos de transmisión, junto a radiación y conducción) hasta el doble de lo esperado, según mediciones efectuadas por algunos Institutos europeos de la edificación.

En el caso de las planchas WALLMATE PM-A se satisface la eventual necesidad de planchas en formato menor, lo que facilita el manejo de los paquetes de planchas, su trasiego por la obra y el manejo también de las propias planchas al colocarlas. La doble junta –machihembrada en bordes largos y media madera en cortos- impide igualmente, como en el caso de WALLMATE CW-A, el puente térmico entre planchas y la posible corriente de aire a su través.



Por el interior, como soporte de revestimiento de yeso

Para poder dar el revestimiento interior sobre el aislante, se requiere de éste una muy elevada resistividad al vapor de agua, ya que, obviamente, no es posible la interposición de una barrera de vapor entre revestimiento y aislamiento térmico.

Es necesaria una elevada resistencia a compresión para que, en caso de golpe o choque de cuerpos duros contra el revestimiento, no se produzcan desperfectos. El aislamiento térmico debe presentar un acabado superficial adherente que facilite, por un lado, su fijación al soporte con los adhesivos usuales en construcción (tipo cementos-cola) y, por otro, la adherencia de los revestimientos interiores.

Las planchas STYROFOAM IB-A de espuma de poliestireno extruido (XPS), gracias a sus óptimas características tanto en prestaciones térmicas como mecánicas (resistencia a compresión y, revestidas, a choque de cuerpos duros) y de insensibilidad a la humedad (mínima absorción de agua por inmersión -máx. 1.5% en volumen-), ofrecen una seguridad adicional de que, una vez instaladas, la resistencia térmica prevista en proyecto será la real en el edificio terminado y ocupado, incluso tras toda su vida útil. Y ello, en la mayoría de circunstancias, sin necesidad de cámara de aire ventilada, pudiendo colocarse las planchas STYROFOAM IB-A directamente adheridas al muro exterior soporte.

El excelente comportamiento ante la humedad de las planchas de poliestireno extruido STYROFOAM IB-A se explica por tener estructura de célula cerrada, lo que significa que el agua no puede pasar de una célula a la siguiente, que son a modo de compartimentos estancos, y separados por una pared celular, el poliestireno, hidrófobo.

Finalmente las planchas STYROFOAM IB-A presentan un acabado superficial rugoso, sin piel de espumación, lo que proporciona una superficie óptima de agarre a los revestimientos tradicionales (**figura 05**, para aplicación en pared; **figura 06**, para aplicación en techo).

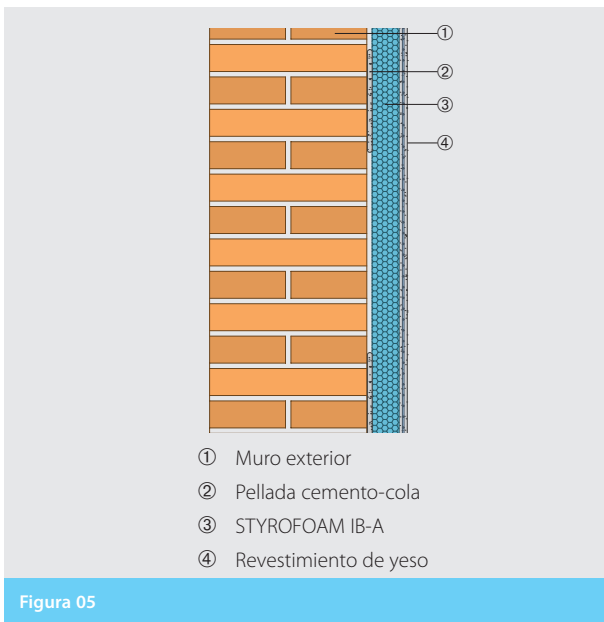


Figura 05

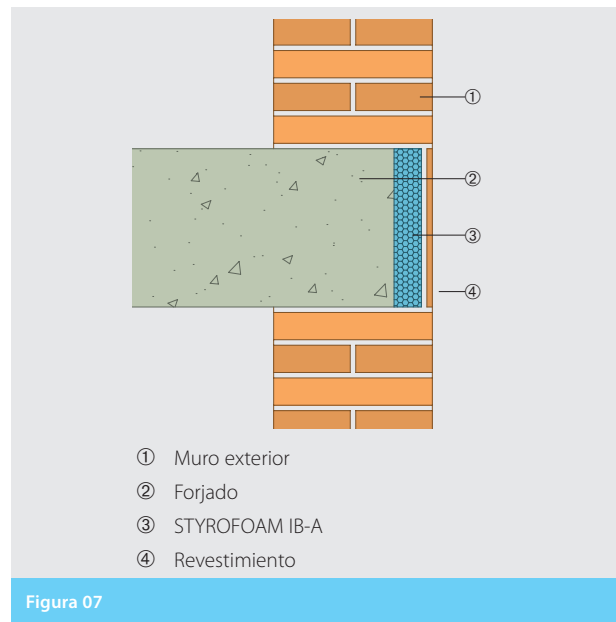


Figura 07

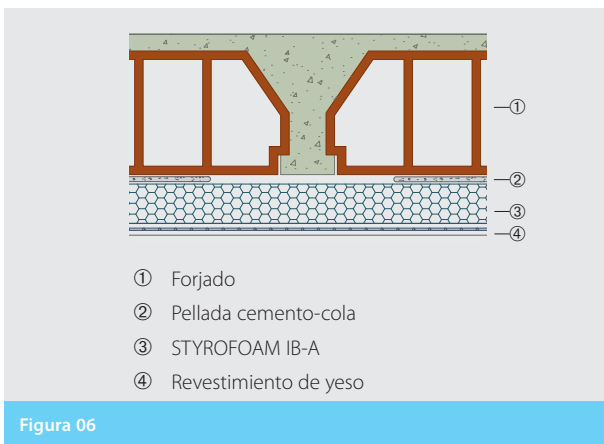


Figura 06

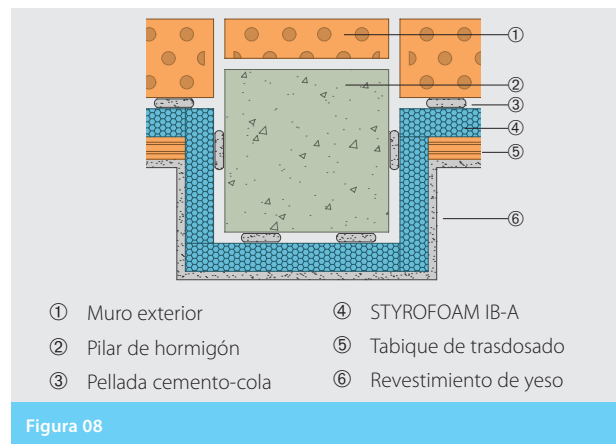
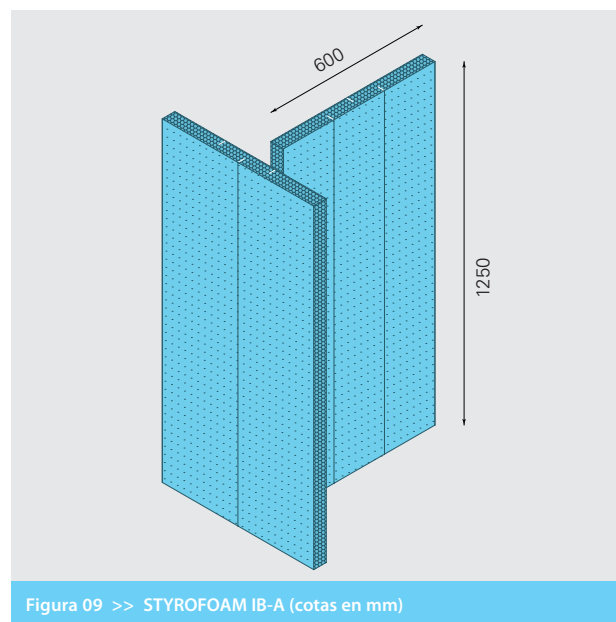


Figura 08

En puente térmico

Son de aplicación los comentarios del epígrafe anterior sobre aislamiento térmico como soporte de revestimientos. Por tanto, las planchas STYROFOAM IB-A son el producto idóneo para la aplicación en puente térmico (**figuras 07 y 08**). Además se facilita la instalación de las planchas STYROFOAM IB-A en los puentes térmicos más usuales por medio de tres ranuras (**figura 09**), a modo de pre-cortes (2 en la cara anverso y un tercero en el reverso), que submodulan el ancho standard de las planchas de poliestireno extruido, 600 mm, a dimensiones menores de 400, 300, 200 y 100 mm (**figura 10**). Así las planchas se adaptan con sencillez y sin necesidad de herramientas de corte, mediante simple operación manual, a las dimensiones menores de los puentes térmicos.



Requisitos de un aislante térmico para cerramientos verticales

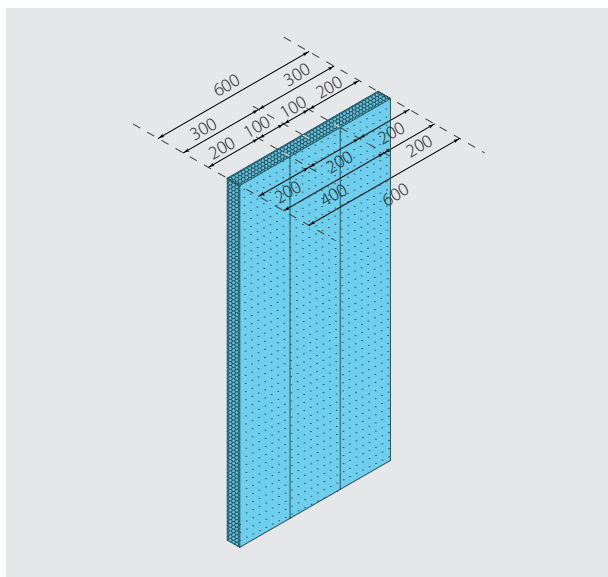


Figura 10 >> (modulación cotas en mm)

Se ha cuidado la finura del ranurado de modo que, si no se desea cortar, no afecte a la integridad física de la plancha durante el manejo habitual en obra.

Para dimensiones distintas de 400, 300, 200 y 100 mm, las ranuras permiten, al menos, posicionar con sencillez, sin necesidad de instrumento de medida, las siguientes dimensiones múltiplos de 50 mm: 50, 150, 250 y 350 mm (figura 11).

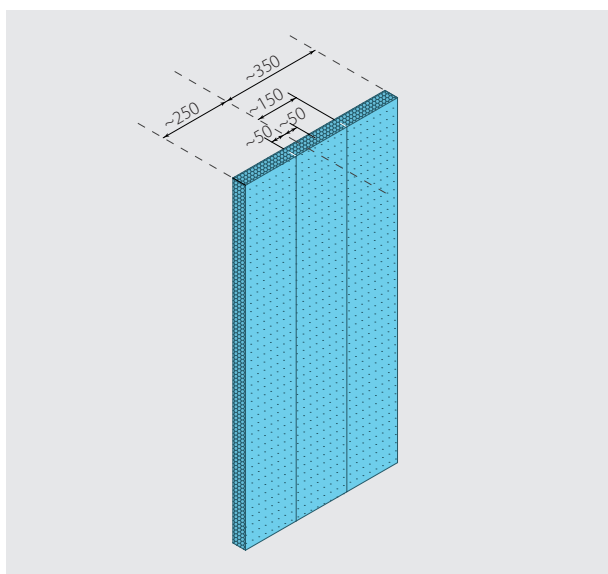
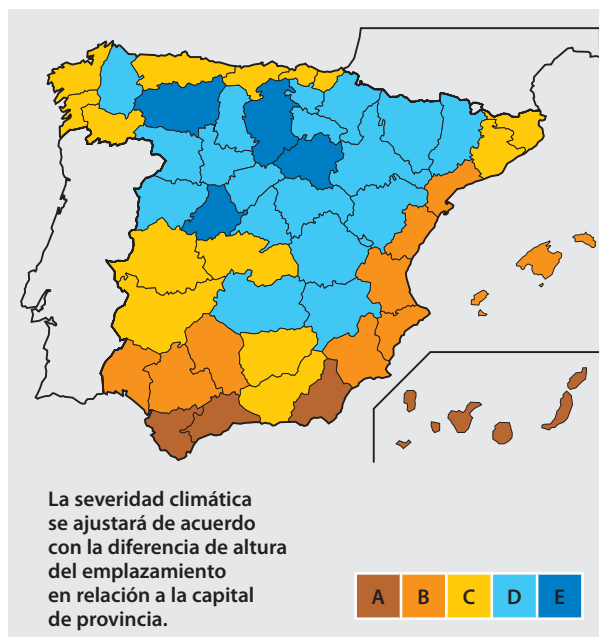


Figura 11 >> (cotas en mm)

Diseño

Control termico

Véase la sección sobre "aislamiento de suelos" en su correspondiente apartado de "Diseño-Control Térmico", para información general sobre el Código Técnico de la Edificación. A continuación se refleja el nuevo **dimensionado** del aislamiento térmico de planchas WALLMATE, en cerramientos verticales, en función de los valores U_m límites, consignados en la opción simplificada del CTE.



Zona Invernal	Valores U_m límite [W/m ² K] para cerramientos verticales
A	0.94
B	0.82
C	0.73
D	0.66
E	0.57

Se tendrá en cuenta además que:

- >>> A diferencia de la antigua NBE-CT-79, se incluyen no sólo los cerramientos verticales en contacto con el aire exterior, sino también todos los cerramientos verticales **en contacto con espacios no habitables**, que, por tanto, también tendrán que ser aislados.
- >>> A los cerramientos verticales **en contacto con el terreno** (muros de sótano) también se les aplicarán los anteriores valores U límites, con lo que también deberán aislarse.

Diseño

- » Los valores U límites para cerramientos verticales se aplican a un valor medio, U_m , que pondere también los **puentes térmicos** causados por pilares y formación de huecos (incluyendo las cajas de persiana).
- En el caso del frente de forjado se limitará prioritariamente la condensación superficial y la posible formación de moho, que presenta mayor probabilidad en este tipo de puente térmico.

Finalmente, en las siguientes tablas se muestran los correspondientes **espesores mínimos** para cada zona invernal, en función de si la construcción es de muro con cámara o muro de una sola hoja aislado por el interior, y en ambos casos, en función de aislar los puentes térmicos o no:

Zona Invernal	Espesor WALLMATE [cm] para muro con cámara (puentes térmicos aislados)	Espesor WALLMATE [cm] para muro con cámara (puentes térmicos sin aislar)
A	3	3
B	3	4
C	3	5
D	4	7
E	5	9

Zona Invernal	Espesor WALLMATE [cm] para muro aislado por el int. (puentes térmicos aislados)	Espesor WALLMATE [cm] para muro aislado por el int. (puentes térmicos sin aislar)
A	3	4
B	3	5
C	4	6
D	4	7
E	5	10

Inercia térmica

Al colocar las planchas WALLMATE CW-A y WALLMATE PM-A en la cámara del muro de doble hoja, el trasdosado mediante tabiquería tradicional proporciona una inercia térmica baja, aunque todavía aceptable puesto que el aislamiento permite aprovechar íntegramente la capacidad calorífica de la tabiquería y el revestimiento interior.

En todo caso, es una situación intermedia entre el máximo de aprovechamiento que daría un aislamiento por el exterior del cerramiento, y el mínimo que da un aislamiento por el interior, como ocurre con las planchas STYROFOAM IB-A, en que sólo se cuenta con la muy pobre capacidad calorífica del revestimiento.

Con un aislante por el interior, como las planchas STYROFOAM IB-A, se favorece a los edificios de ocupación intermitente (una vivienda de fin de semana, p.ej.), en que interese una respuesta térmica del edificio lo más rápida posible: así la calefacción sólo tendrá que calentar el aire interior que, por más volumen que represente, no es determinante, dada la muy baja capacidad calorífica del aire.

Control de las condensaciones

El método para predecir la aparición o ausencia de condensaciones se basa en la construcción de las gráficas de perfil de temperaturas y de presión de vapor (pres. de saturación; presión efectiva) a través del cerramiento.

El procedimiento de cálculo viene descrito en la norma europea EN 13788, basada a su vez en la norma alemana DIN 4108 (diagrama GLASER de presiones de vapor).

La información necesaria para la realización del cálculo es la siguiente:

- » temperatura y condiciones higrométricas interiores y exteriores.
- » espesor de cada capa del cerramiento.
- » conductividad térmica (o resistencia, en su caso) de cada capa.
- » resistividad a la difusión del vapor de agua (o resistencia, en su caso) de cada capa.

Utilizando esta información se obtiene el perfil de presión de vapor a través del cerramiento. Si la línea de presión efectiva alcanza a la de saturación, la condensación tendrá lugar en el cerramiento, y en el plano de condensación donde las gráficas son tangentes.

Diseño

Hay que resaltar que cuanto mayor sea la resistividad al vapor de agua de un material aislante, menor será el riesgo de condensación. Las planchas WALLMATE presentan, como el resto de productos STYROFOAM, la resistividad más elevada de los aislantes térmicos más habituales en construcción (factor $\mu = 100$ a 150 , para WALLMATE CW-A y WALLMATE PM-A, según el espesor de la plancha -más elevado cuanto menor sea el espesor-, y factor $\mu = 100$, para STYROFOAM IB-A en todos los espesores, ya que, por ser un producto sin piel de espumación, presenta en todos los espesores el mismo homogéneo comportamiento frente a la difusión de vapor, y algo menor porque la piel que se le quita tiene un factor especialmente elevado, de alrededor de 300).

SOBRE EL CONCEPTO DE "TRANSPIRABILIDAD" DE LOS MUROS:

Al hilo del comentario precedente sobre el control del riesgo de condensaciones, añadimos un comentario relacionado, que pretende dar alguna luz sobre el concepto adecuado de "transpirabilidad" de la edificación.

Se parte de la idea de que los muros –y suelos y cubiertas– deben "transpirar", en el sentido de que el flujo de vapor debe poder traspasar la "envolvente" del edificio con la mayor facilidad posible.

Como se ha explicado anteriormente, el único problema del vapor es que alcance saturación dentro del cerramiento y forme condensaciones intersticiales. Y, de hecho, para evitar esta patología, los materiales aislantes que se podrían ver como favorecedores de la "transpirabilidad" del edificio, porque dejan pasar con la mayor facilidad el flujo de vapor, requieren de la protección de una "barrera de vapor". Y no hace falta explicar que una "barrera de vapor" es exactamente lo contrario de lo que pide la "transpirabilidad" del edificio.

Igualmente, se podría ver la cubierta como un elemento constructivo que impide dicha transpirabilidad, ya que cuenta con una capa impermeable al vapor, si es cubierta invertida, y dos si es cubierta convencional (la "impermeabilización" propiamente dicha y la "barrera" de vapor).

Evidentemente es una interpretación errónea del concepto. Sólo tiene sentido, a fin de reducir el riesgo de condensaciones intersticiales, situar los materiales de mayor resistencia (o menor permeabilidad) al vapor lo más cerca posible del espacio interior. Y al contrario, situar los materiales de menor resistencia (o mayor permeabilidad) al vapor lo más cerca posible del espacio exterior. Esa es la interpretación ajustada y correcta del concepto de transpirabilidad.

Si relacionamos la transpirabilidad con el Síndrome de edificio enfermo, entonces hay que dejar bien claro que el "síndrome" se resolverá, entre otras cosas:

- »» Colocando un aislamiento térmico en el cerramiento de modo que la superficie interior del cerramiento no esté tan fría como para originar condensaciones superficiales o la formación de moho.
- »» Asociado al punto anterior, evitando puentes térmicos y la pared "fría" resultante.
- »» Logrando el número adecuado de renovaciones del aire en función del uso al que esté destinado el edificio. Es decir, ventilando adecuadamente. Y parece poco deseable, y más bien muestra de construcción de baja calidad, que esa ventilación se vaya a producir ¡a través del muro! La práctica de la buena construcción llevará a unas carpinterías diseñadas para proporcionar el grado adecuado de ventilación. Precisamente muchos problemas han venido de cambiar carpinterías que ajustaban mal, pero permitían el grado adecuado de permeabilidad y renovación del aire, por carpinterías con un alto grado de hermeticidad, lo que está bien, pero ningún dispositivo que permitiera controlar el necesario grado de renovación del aire. De hecho las ventanas oscilo-batientes han venido a resolver parte del problema al introducir en el usuario el concepto de posición de "ventilación".

WALLMATE CW-A, WALLMATE PM-A y STYROFOAM IB-A, la solución STYROFOAM para cerramientos verticales y puentes térmicos

- »» altamente estables, rígidos y consistentes como para mantener su integridad física y dimensiones en la cámara (WALLMATE CW-A) o bajo el revestimiento practicado (STYROFOAM IB-A).
- »» insensibles a la humedad (mínima absorción de agua; capilaridad nula), lo que permite que estén expuestos a infiltraciones de agua de lluvia a través del cerramiento, o de cualquier otra fuente de humedad, sin que se degraden sus propiedades térmicas ni mecánicas.
- »» elevada resistencia a la difusión del vapor (factor $\mu = 100$ a 200) de modo que no necesitan barrera de vapor en su "cara caliente" -o cámara de aire ventilada en su "cara fría"-en la gran mayoría de condiciones higrotérmicas.
- »» excelente conductividad térmica declarada: $0.031 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ ($0.035 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$), para WALLMATE CW-A y WALLMATE PM-A, y $0.031 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ ($0.035 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$), para STYROFOAM IB-A. Se requiere menor espesor de aislante para conseguir la misma resistencia térmica. El resultado es un cerramiento de menor espesor total y una mayor superficie útil para una misma superficie construida.
- »» Euroclase E de reacción al fuego, según UNE EN 13501-1.
- »» dimensiones adaptadas a la aplicación: las de la cámara más usual para WALLMATE CW-A (2.60 m) y las de los puentes térmicos más usuales para STYROFOAM IB-A (100, 200, 300 y 400 mm).
- »» STYROFOAM IB-A: superficie rugosa e indentada apta para las aplicaciones de puentes térmicos y dar soporte a revestimientos.

Especificaciones

M² aislamiento térmico de cerramiento vertical, en cámara, mediante planchas rígidas de espuma de poliestireno extruido (XPS) WALLMATE CW-A, de ____ mm de espesor, con una Conductividad Térmica declarada $\lambda_D = 0.035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$; Resistencia Térmica declarada $R_D = \text{____} \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$; Clasificación de reacción al fuego Euroclase E, según la norma UNE EN 13501-1 y Código de Designación XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)200- DS(TH), de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE EN 13164.

M² aislamiento térmico de cerramiento vertical, en cámara, mediante planchas rígidas de espuma de poliestireno extruido (XPS) WALLMATE PM-A, de ____ mm de espesor, con una Conductividad Térmica declarada $\lambda_D = 0.035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$; Resistencia Térmica declarada $R_D = \text{____} \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$; Clasificación de reacción al fuego Euroclase E, según la norma UNE EN 13501-1 y Código de Designación XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)200- DS(TH), de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE EN 13164.

M² aislamiento térmico de cerramiento vertical por el interior, como soporte de revestimiento de yeso, y de puentes térmicos, mediante planchas rígidas de espuma de poliestireno extruido (XPS) STYROFOAM IB-A, de ____ mm de espesor, con una Conductividad Térmica declarada $\lambda_D = 0.035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$; Resistencia Térmica declarada $R_D = \text{____} \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$; Clasificación de reacción al fuego Euroclase E, según la norma UNE EN 13501-1 y Código de Designación XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)200- DS(TH), de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE EN 13164.

Instalación

WALLMATE CW-A Y WALLMATE PM-A

Las planchas WALLMATE CW-A y WALLMATE PM-A se colocan entre el muro exterior y el tabique interior. En la mayoría de circunstancias de exposición a lluvia-viento de la fachada en que se instalan, no es preciso dejar una cámara de aire entre el muro y las planchas, y puede servir la más sencilla y tradicional solución de enfoscar la cara interior del muro con un mortero hidrófugo. Y las más de las ocasiones, como queda dicho, podrán ir totalmente “emparedadas” entre el muro exterior, sin enfoscar, y el tabique interior.

Por supuesto, si se requiriera (debido a un alto grado de exposición a efecto lluvia-viento) cámara de aire ventilada, la situación correcta de la cámara es entre el aislamiento y la hoja exterior del cerramiento. Éste es el concepto original, inglés, de pared con cámara (Cavity Wall = CW) destinada a evitar infiltraciones de agua de lluvia por efecto de la presión causada por el viento. En España se ha adulterado debido a que la construcción del cerramiento vertical de dos hojas separadas por cámara, se empieza, al revés que en el Reino Unido, por la hoja exterior (que es, en España, la más pesada y de mayor espesor: el típico muro de media o de un asta), sobre la que se apoya o proyecta (si es aislamiento in-situ) el aislamiento -sin cámara alguna!-. Sólo entonces se deja una cámara del todo inútil, si no perjudicial (pero, dado el orden de ejecución, realizable, al menos...), entre el aislamiento y la tabiquería interior.

Es aconsejable, antes de la colocación de las planchas WALLMATE CW-A y WALLMATE PM-A, retirar de la cara interior del muro exterior las rebabas de mortero que hayan quedado durante la construcción del mismo, consiguiendo una superficie limpia y lisa de apoyo (**figura 12**).

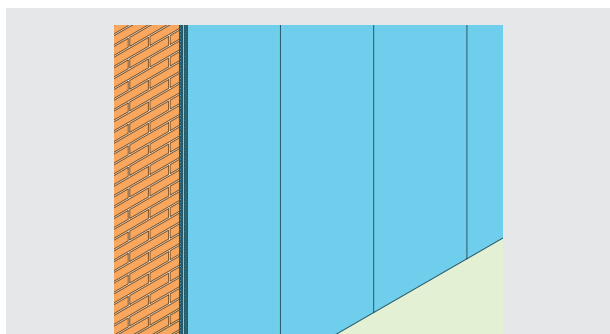


Figura 12

Las planchas WALLMATE CW-A y WALLMATE PM-A pueden ir colocándose en la cámara a la vez que se ejecuta el trasdosado con tabiquería (**figuras 13 y 14**). Siempre es factible, si así se estima conveniente, pegarlas al muro exterior por puntos con pelladas de mortero-cola o sujetarlas con puntas o tacos plásticos (al menos, 2 puntos de fijación por plancha), antes de levantar el tabique interior.

En el caso de las planchas WALLMATE CW-A, y gracias a su dimensión en longitud, 2.60 m, cubren en una sola operación la altura usual de cámara, mayor que la altura libre de vivienda (**figura 15**), sin necesidad de recortes posteriores con que terminar de aislar la cámara.

En el caso de las planchas WALLMATE PM-A, se facilita la instalación mediante un formato pequeño, en 1250 mm de longitud, y junta mixta: machihembrada en bordes longitudinales, y a media madera en los transversales.

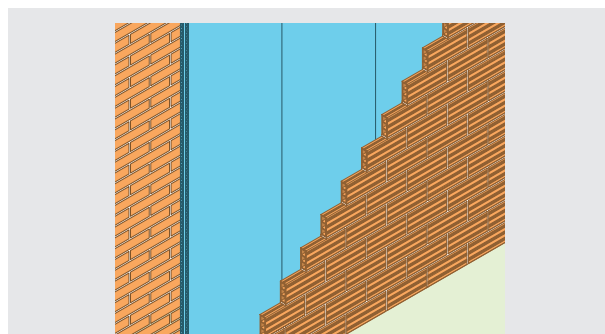


Figura 13

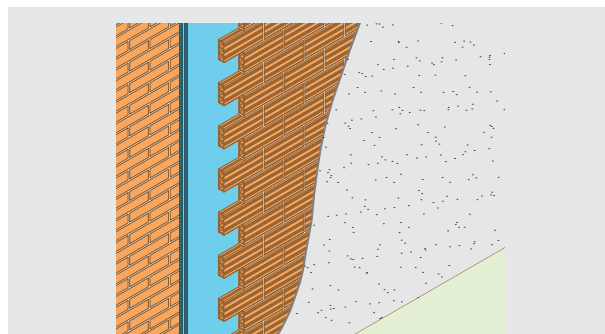


Figura 14

Instalación

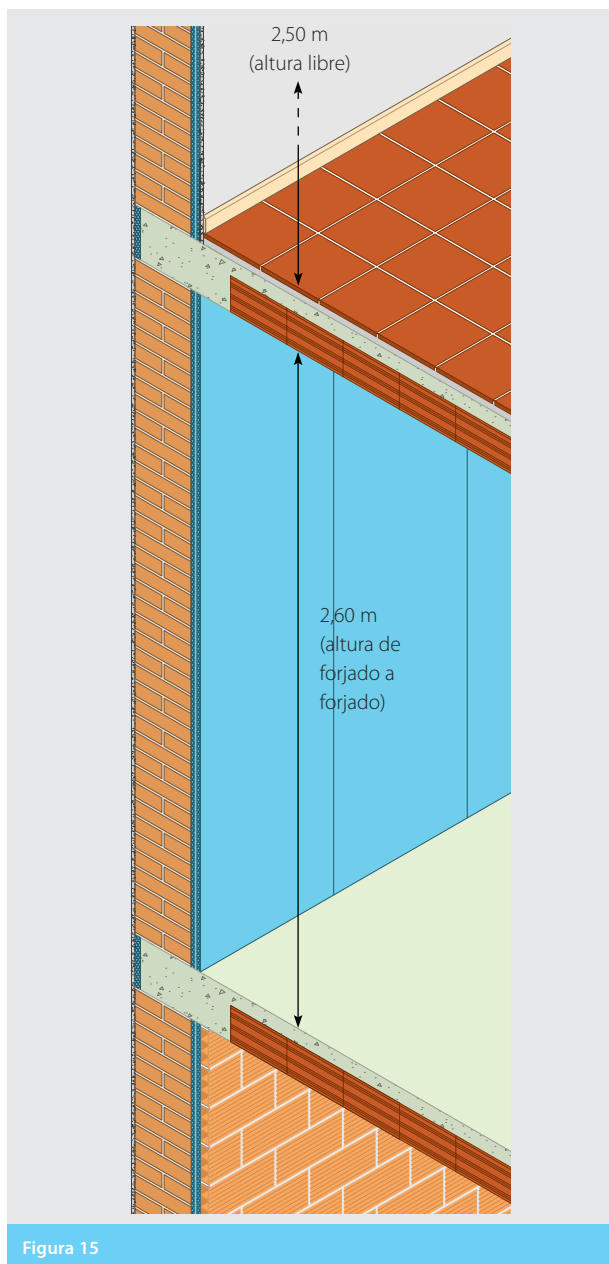


Figura 15

STYROFOAM IB-A

Soporte de revestimiento de yeso

Recibido y colocación de las placas sobre el muro soporte, o en techo, bajo forjado:

- » la instalación de las placas STYROFOAM IB-A consiste en adherirlas al muro (o techo) para, luego, revestirlas.
- » el adhesivo, habitualmente tipo cemento-cola, puede aplicarse sobre las placas STYROFOAM IB-A, según la naturaleza y estado del soporte, en bandas verticales de 50 - 100 mm de ancho, a razón de 5 por placa de 1.25 m, o por puntos separados (pelladas) entre sí un máximo de 300 mm (figura 16).

- » las placas STYROFOAM IB-A se aplican entonces sobre el muro de abajo hacia arriba con las juntas verticales al tresbolillo (figura 17, a muro; figura 20, a techo) a partir de una regla nivelada, adaptada al espesor de las placas y situada en la parte inferior.
- » las placas son presionadas contra el soporte a base de pequeños golpes con ayuda de una llana o fratás, controlando la planimetría de la superficie con una regla de nivel. Debe evitarse el relleno de las juntas a tope con el adhesivo.
- » los cortes y ajustes de las placas sobre los ángulos y aberturas se realizan con sierra o "cutter" (los precortes de que están provistas, para su adaptación a las dimensiones de puentes térmicos, pueden facilitar la labor). En las uniones con carpinterías u otros elementos, es conveniente dejar las placas separadas del orden de 10 mm, interponiendo una banda de espuma flexible de plástico.
- » cuando se opte por el uso de fijaciones mecánicas, se colocan en cada placa cuatro anclajes (tipo taco o espiga plástica) situados sobre las diagonales y a 100 mm de las esquinas y uno en el centro.

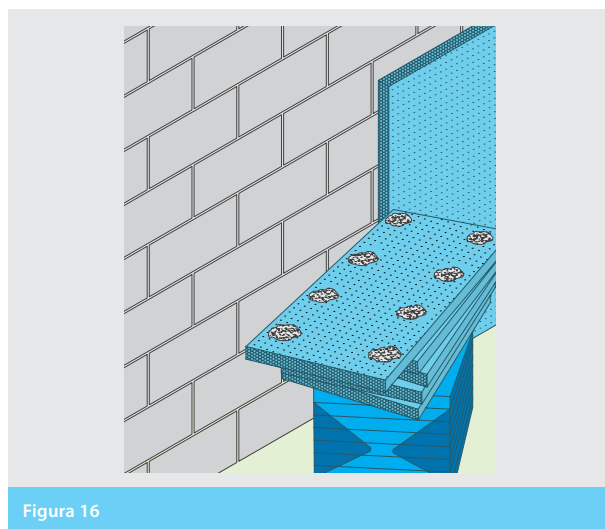


Figura 16

Instalación

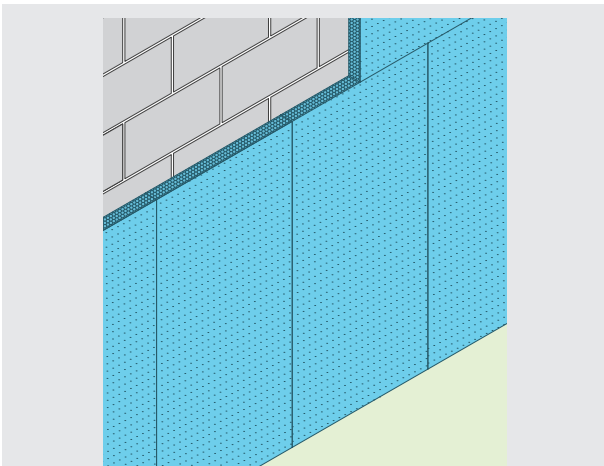


Figura 17

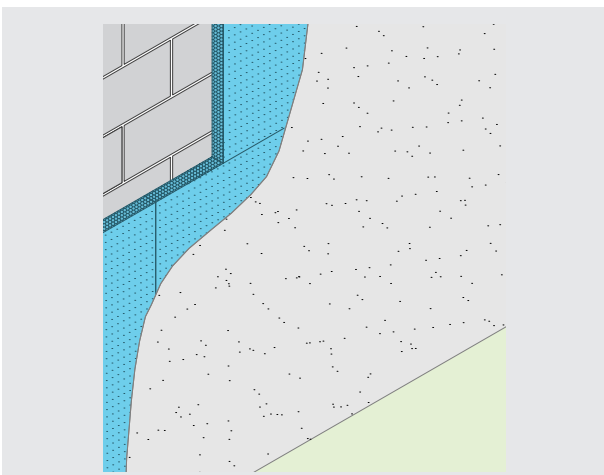
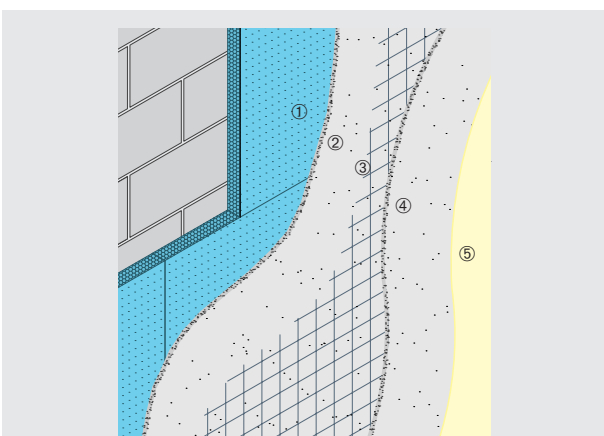


Figura 18



- ① STYROFOAM IB-A
- ② Guarnecido - 1ª capa
- ③ Malla de revoco
- ④ Guarnecido - 2ª capa
- ⑤ Enlucido final

Figura 19

Aplicación del revestimiento interior:

- »» en general, a las 24 horas del recibido de las planchas sobre el muro puede procederse al revestimiento de las mismas con yeso (**figura 18**, a muro; **figura 21**, a techo).
- »» se procede entonces a la preparación habitual del guarnecido de yeso negro (Y-12), extendiendo una primera capa de unos milímetros de espesor para recibido de la malla de revoco (de fibra de vidrio resistente a los álcalis) llevándose a cabo inmediatamente el recubrimiento de la misma hasta alcanzar un espesor mínimo de 15 mm (**figura 19**). De este modo se podrá dar luego el enlucido de yeso blanco (Y-25).
- »» las bandas de la malla de revoco deben solaparse 100 mm. En las esquinas de ventanas o puertas se recomienda reforzar aquellas con bandas de malla de 100 x 200 mm cruzadas en diagonal.

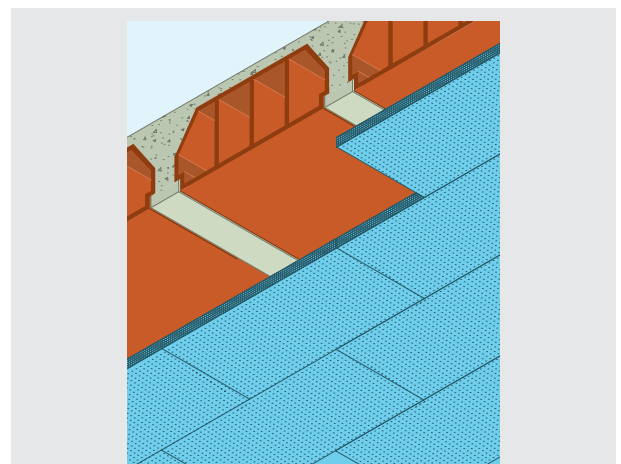


Figura 20

Instalación

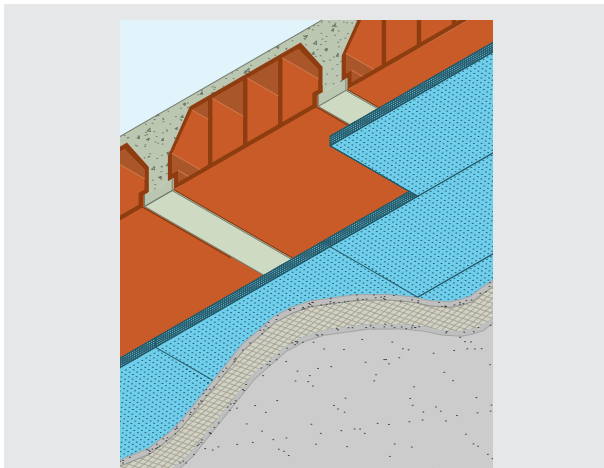


Figura 21

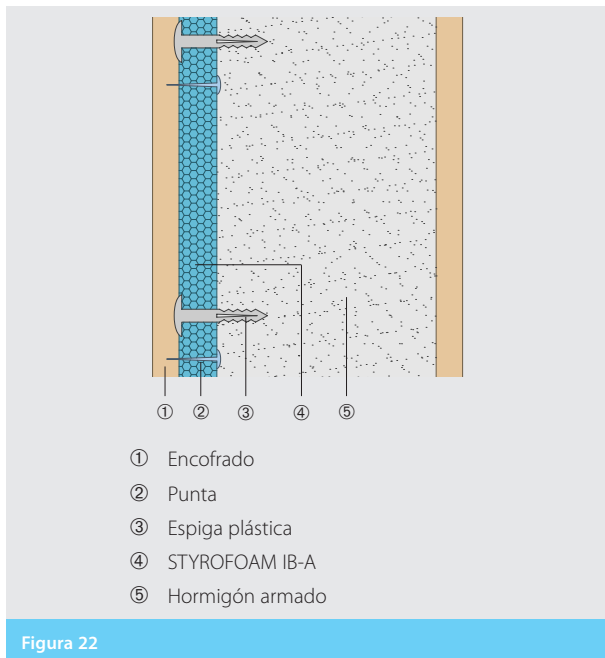


Figura 22

En puente térmico (estructura de hormigón)

Fondo de encofrado (figuras 22, 23, 24 y 25):

- » se pueden fijar las bandas aislantes STYROFOAM IB-A al encofrado con puntas de cabeza ancha, si bien se mantendrán en posición contra las tablas de encofrado por los distanciadores de las armaduras. De hecho, debido a la elevada resistencia mecánica de las bandas formadas con las planchas STYROFOAM IB-A, los distanciadores no penetran en las bandas, lo que permite un recubrimiento correcto de las armaduras.

- » para una mayor adhesión de las bandas al hormigón se puede prever la inserción de tacos de plástico con cabeza ancha (30 mm de diámetro, como mínimo), cuya longitud asegure una penetración de 50 mm en el hormigón. Dichos tacos o espigas se introducen previamente en las bandas aislantes, antes de su colocación como fondo de encofrado, quedando en espera para cuando se hormigone (figura 22).
- » la solución descrita se suele aplicar a frentes de forjado. Como alternativa, a veces también es posible incorporar en la cara inferior del forjado, antes de hormigonar, una banda (o plancha completa, según requerimiento) de STYROFOAM IB-A.

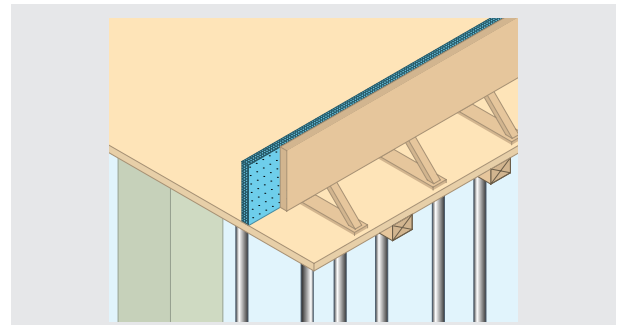


Figura 23

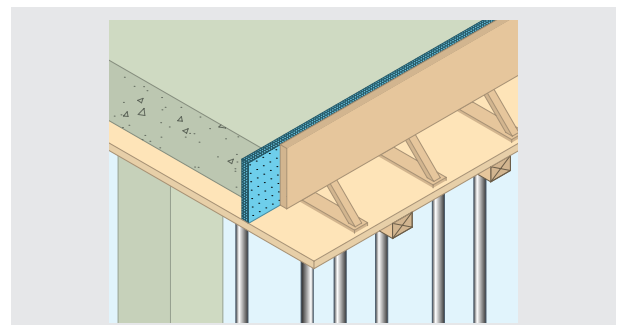


Figura 24

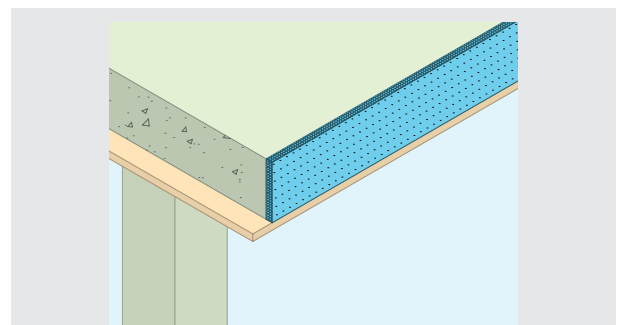


Figura 25

Instalación

Estructuras ya hormigonadas:

- »» se pueden adherir las planchas o bandas STYROFOAM IB-A con cemento cola o bien proceder a su fijación mecánica (5 fijaciones por plancha / banda de 1.25 m; 4 en esquinas y una en centro).

Acabado:

- »» antes del acabado se comprobará que no haya zonas sin aislar, o con el aislante roto. Si es así, deberán ser reparadas con recortes de STYROFOAM IB-A.
- »» si la aplicación del revestimiento se efectúa después de una exposición prolongada al sol (rayos UV), deberá rasparse la porción superficial afectada para asegurar un buen agarre.
- »» para prevenir fisuraciones se recomienda embeber mallas en el revestimiento. Si se trata de revocos tradicionales (15 - 20 mm de espesor) se usará mallazo de acero galvanizado. Con morteros monocapas (5 - 10 mm de espesor) sirven las mallas de fibra de vidrio (consúltase al fabricante del monocapa en particular que se esté aplicando).



Normativa y certificación

Principales referencias normativas:

- »» Código Técnico de la Edificación - Documento Básico Habitabilidad, Ahorro de Energía (DB-HA)
- »» Directiva 2002/91/CE sobre eficiencia energética de la edificación
- »» Directiva 89/106/CE sobre productos de la construcción
- »» UNE EN 13164:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificación.

Marcado CE:

Conformidad a norma UNE EN 13164: 2002 para todos los productos de XPS fabricados por Dow en Europa.

Certificado de producto:

Certificación voluntaria: Marca AENOR concedida a WALLMATE CW-A, WALLMATE PM-A y STYROFOAM IB-A, según UNE EN 13164: 2002

Gestión de la Calidad:

Registro AENOR de empresa según UNE EN ISO 9001:2000 concedido a la planta de fabricación de poliestireno extruido (XPS) de Dow en Erandio (Vizcaya).



Soluciones STYROFOAM



Aislamiento térmico de cubiertas inclinadas

Se recogen
las nuevas
exigencias
del CTE

Conforme a las
nuevas disposiciones
medioambientales y
nuevas normas armonizadas
europeas

Introducción

Esta sección proporciona información sobre las planchas de aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS) ROOFMATE PT-A y ofrece una guía para el diseño e instalación de cubiertas inclinadas aisladas con ellas, tanto en obra nueva como en rehabilitación.



Aislar cubiertas inclinadas

La cubierta inclinada, el tradicional tejado tan asociado a la vivienda vernácula, ha ido adquiriendo una mayor presencia y consideración en los últimos tiempos, dado el cambio de hábitos de la población española en cuanto a elección de vivienda y la mayor disponibilidad de medios económicos.

Este cambio se pone de manifiesto en la proliferación habida de "urbanizaciones" tanto de los archiconocidos ("chalets") adosados como de casas exentas, unifamiliares.

A pesar de haber construcciones vernáculas adaptadas a unas condiciones en que la llamada cubierta plana también juega un atractivo papel (en Andalucía, p.ej.), la cubierta inclinada o tejado se ha impuesto como imagen que marca, a satisfacción de la mayoría de usuarios, la presencia de la casa y el cobijo que ofrece. Materializar ese cobijo que proporciona el tejado con una calidad adecuada pasa, obviamente, por disponer de un buen aislamiento térmico.

La necesidad de aislar térmicamente el tejado de la casa se hace especialmente patente al considerarlo como su fachada más expuesta, tanto en condiciones invernales como, con mayor relieve incluso, en condiciones estivales: ésto es así por efecto de la radiación solar, que tiene la consecuencia de que la temperatura superficial de los materiales de acabado -tejas- es superior a la temperatura del aire exterior, del orden de 15 °C más (35 °C del aire exterior, p.ej., y 50 °C de la teja). Por tanto el salto térmico real es, no de 35 - 25 (temperatura interior) = 10 °C, sino de 50 - 25 = 25 °C. Y las ganancias de calor por transmisión térmica dependen proporcionalmente de ese salto real. (Por supuesto la temperatura del material de acabado puede ser aún mayor con colores oscuros o negros).

En el caso de una cubierta inclinada, la posición del aislamiento es clave, además, para determinar el aprovechamiento del bajo cubierta, y también de la inercia térmica de la propia cubierta:

»» aislar la cubierta por el interior o, igualmente, con bovedillas aislantes, impide aprovechar la masa térmica formada por el forjado de cubierta -entre 250 y 300 kg/m², con un calor específico de 0.2kcal/(kg·°C).

- »» por otro lado, las bovedillas aislantes pueden originar condensaciones superficiales y suciedad en correspondencia con las viguetas del forjado, si éstas no están aisladas, siendo entonces fuertes puentes térmicos.
- »» la típica cubierta fría, con cámara, consiste en aislar un forjado horizontal, para posteriormente levantar los tradicionales tabiques palomeros, con el aislante térmico entre ellos (producto STYROFOAM* para esta aplicación: FLOORMATE* 200-A), dando así soporte a los faldones de cubierta mediante placas aligeradas machihembradas, rasillones o bardos (la cámara queda entre el forjado y los faldones). El inconveniente es no poder aprovechar como plenamente habitable el espacio bajo cubierta. Así, muchas casas mantienen férreamente una altura libre interior igual por todas partes (previsiblemente en 2.50 m), perdiendo la atractiva posibilidad de dimensiones en altura generosas y variadas.



Aislar cubiertas inclinadas

Además la solución descrita de cubierta inclinada con cámara suele plantearse sin aislamiento térmico de ningún tipo, pues todavía en algunos sitios se cree, erróneamente, que basta con la ventilación de la cámara:

» esto es parcialmente cierto en verano: la ventilación disipa al exterior el calor provocado por la fuerte radiación solar y, por consiguiente, reduce (pero no anula) el salto térmico que soportará el aislante. Sin embargo, habrá que ver cual es la auténtica efectividad de esa ventilación examinando el número y posición de las aberturas, no siempre correcto, por no mencionar tantas tejas de ventilación que no ventilan la cámara (se colocan sobre faldones totalmente ciegos), sino que sólo están favoreciendo una “microventilación” bajo las tejas, necesaria, según tipo de teja y condiciones climáticas, a efectos de favorecer la “transpiración” de las tejas evitando acumulación de humedad (véase “Diseño. Control de las Condensaciones”).

» en invierno es totalmente incierto ya que la resistencia térmica de una cámara NO ventilada, como señalan todas las normativas y reglamentaciones de construcción, es aproximadamente entre 5 y 10 veces menor de la resistencia proporcionada por los aislantes térmicos (según el aislante elegido y para 50 mm de espesor). Si es ventilada su resistencia será aún menor (entre 10 y 20 veces menos, para cámaras ligeramente ventiladas).

Finalmente la solución propuesta en este folleto es la cubierta caliente (sin cámara), instalando el aislamiento térmico de placas de poliestireno extruido ROOFMATE bajo teja y sobre un soporte inclinado (o bien faldones de rasillón con capa de compresión o bien forjado), lo que permite tanto aprovechar al máximo la inercia térmica del soporte como dar habitabilidad a todo el espacio bajo cubierta, aprovechando al máximo el volumen edificable, que suele estar limitado por normativas urbanísticas en cuanto a altura de cornisa.



Requisitos de un aislante térmico para cubierta inclinada, bajo teja

Como requisitos generales, y aparte de sus prestaciones térmicas, el aislante térmico -y la solución en que se integre- tendrá:

»» resistencia mecánica a largo plazo, con un suficiente margen de seguridad, ante las cargas de toda índole a que se verá sometido, amén de las agresiones mecánicas que pueda sufrir durante el manejo en obra. Así se asegura que el aislante mantendrá su integridad física, incluido su espesor "e", al cual, como se sabe, es proporcional la resistencia térmica, "R" ($R = e / \lambda$). Ejemplos de cargas y esfuerzos mecánicos en cubierta inclinada:

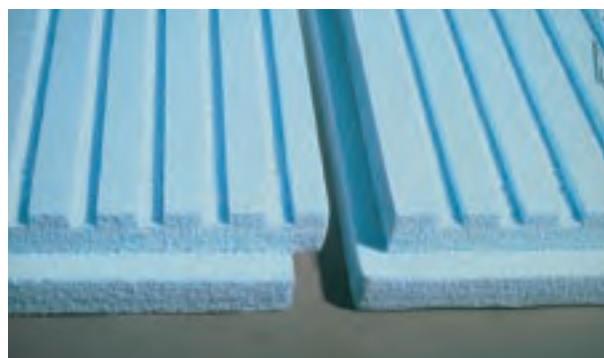
- cargas gravitatorias del tejado propiamente dicho (tejas y morteros de agarre), de uso y de nieve.
- viento (presiones, pero también succiones).
- en condiciones de ventilación o de microventilación, resistencia a la erosión que eventualmente pueda causar el aire.

»» insensibilidad a la humedad, para que así no se alteren las propiedades térmicas originales del aislante (la conductividad térmica, λ , aumentaría, con lo que "R", que es inversamente proporcional, disminuiría).

Ejemplos de agresiones en cubierta inclinada asociadas a humedad:

- heladas, lo que lleva a un aislante que resista los ciclos de hielo-deshielo, de modo que la absorción de agua sea mínima.
- condensaciones intersticiales consecuencia del flujo de vapor por difusión a través de la cubierta (del interior al exterior). El requisito para el material aislante es que tenga una elevada resistividad a la difusión del vapor, con el objeto de reducir al máximo el riesgo de humedad acumulada por condensación (muy importante, además, de cara a colaborar al buen comportamiento de las tejas -véase "Diseño. Control de las Condensaciones"-).

Instaladas por el exterior, bajo teja, las planchas de poliestireno extruido ROOFMATE PT-A cumplen sobradamente todos los requisitos de una cubierta inclinada, tal y como se acaban de describir.



El aislante térmico como soporte directo de la teja recibida con mortero: ROOFMATE PT-A

Dada la pendiente de una cubierta inclinada, para que un aislante sea un buen soporte directo de la teja, instalada al modo tradicional (pellada o cordón de mortero), debe asegurarse que no habrá desplazamientos de las tejas por deslizamiento sobre el aislante térmico.

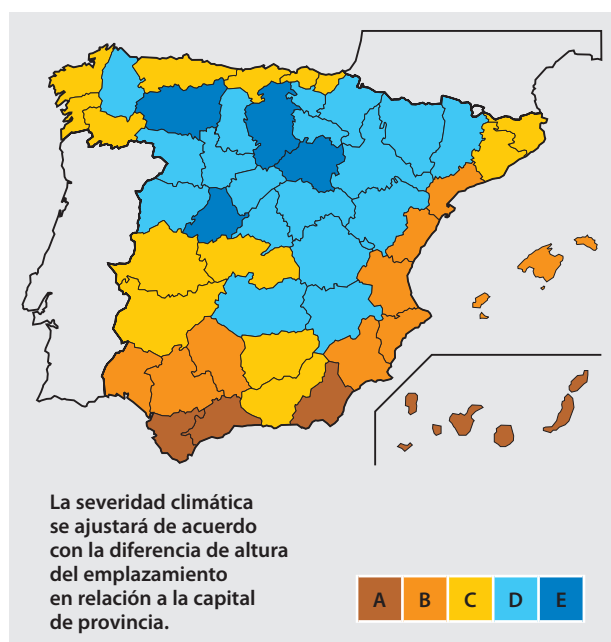
El acabado superficial del aislante deberá ser tal que el mortero de agarre de las tejas quede firmemente anclado al aislante. Las planchas de poliestireno extruido ROOFMATE PT-A, gracias a sus excelentes propiedades mecánicas, se han podido diseñar y fabricar con un acabado superficial acanalado por una de sus caras, con suficiente robustez para permitir un adecuado anclaje del mortero de la teja, como se ha podido comprobar en las baterías de ensayos practicados con ellas y, sobre todo, en los 15 años ya de experiencia de cubiertas inclinadas aisladas con dichas planchas, tanto en España como en Portugal.

La estabilidad, ante succiones provocadas por viento, del sistema formado por las planchas ROOFMATE PT-A y las tejas depende de la propia estabilidad de las tejas, como en cualquier cubierta inclinada. Las planchas ROOFMATE PT-A no suponen ninguna pérdida de estabilidad, siempre que estén adecuadamente fijadas al soporte (véase "Instalación"). Además las planchas ROOFMATE PT-A cuentan con todas las propiedades del poliestireno extruido, tanto de elevadas características mecánicas como de insensibilidad a la humedad, y, como ya se ha indicado, cumplen con los requisitos generales de un aislante térmico en cubierta inclinada, bajo teja.

Diseño

Control térmico

Véase la sección sobre “aislamiento de suelos” en su correspondiente apartado de “Diseño-Control Térmico”, para información general sobre el Código Técnico de la Edificación. A continuación se refleja el nuevo **dimensionado** del aislamiento térmico de planchas ROOFMATE* PT-A, en cubiertas inclinadas, en función de los valores U_m límites, consignados en la opción simplificada del CTE.



Zona Invernal	Valores U_m límite [W/m ² K] para cubiertas
A	0.50
B	0.45
C	0.41
D	0.38
E	0.35

Se tendrá en cuenta además que se incluyen no sólo las cubiertas inclinadas “calientes” (es decir, las que forman un desván habitable, o sea, calefactado), sino también todas las cubiertas inclinadas “frías”, (es decir, las que presentan un desván no habitable y, en teoría, ventilado), que, por tanto, también tienen que ser aisladas.

Finalmente, en la siguiente tabla se muestran los correspondientes **espesores mínimos** para cada zona invernal:

Zona Invernal	Espesor (cm) de ROOFMATE* PT-A para cubierta inclinada
A	6
B	6
C	7
D	8
E	9

Inercia térmica:

Al colocar las planchas ROOFMATE por el exterior, sobre el soporte estructural de la cubierta inclinada (forjado, placas aligeradas machihembradas, tableros, etc), se aprovecha al máximo la capacidad calorífica de los materiales del soporte, que colaboran de esta forma con toda la efectividad posible a la inercia térmica del edificio, estabilizando la temperatura interior ante los cambios térmicos exteriores y evitando el riesgo de condensación si hubiera alguna discontinuidad en el aislamiento de la cubierta (puente térmico).

Ventilación:

Es de resaltar que la ventilación se ha venido aplicando en estructuras ligeras de madera no sólo como medio para evitar humedades bajo teja (véase “Control de las Condensaciones”), sino también para compensar la mínima inercia térmica que presentan estos sistemas del centro y norte de Europa frente a las soluciones más mediterráneas de albañilería tradicional, en que se cuenta con masas grandes que estabilizan térmicamente a la construcción y reducen así el riesgo de condensaciones (como se indica en “Aislar cubiertas inclinadas”, un forjado unidireccional pesa entre 250 y 300 kg/m²). Mediante la ventilación se reduce, en condiciones estivales, el salto térmico entre el interior y el exterior, lo que es otro modo de estabilizar térmicamente la construcción.

Control de las condensaciones

En una cubierta inclinada o tejado, el control de las condensaciones es crucial para el buen funcionamiento y durabilidad de las tejas, dada la sensibilidad que pueden presentar si persiste un ambiente húmedo en su reverso.

Diseño

De hecho, en función de condiciones climatológicas y según el tipo de teja, se tiende a favorecer una microventilación bajo la teja, a fin de disipar cualquier exceso de humedad.

Aunque hay condiciones climatológicas que, efectivamente, agravan el problema (ambientes costeros con fuerte presencia de salitre, comarcas con frecuentes heladas, zonas de alto grado de humedad, etc), es de ver que siempre, sean cuales sean las condiciones exteriores, el riesgo de condensación intersticial, sobre todo bajo la teja, es básicamente debido al flujo de vapor que, por difusión, se desplaza del ambiente con mayor presión de vapor (el interior de la vivienda) al de menor (el exterior).

Por tanto, instalar un aislamiento bajo teja con una elevada resistividad a la difusión del vapor, como las planchas ROOFMATE (factor μ de resistividad = 100-200), será un modo efectivo y sencillo de evitar condensaciones que puedan afectar a las tejas. El método para predecir la aparición o ausencia de condensaciones se basa en la construcción de las gráficas de perfil de temperaturas y de presión de vapor (pres. de saturación; presión efectiva) a través del cerramiento, el tejado en este caso.

El procedimiento de cálculo viene descrito en la norma UNE EN ISO 13788, basada a su vez en la norma alemana DIN 4108 (diagrama GLASER de presiones de vapor).

La información necesaria para la realización del cálculo es la siguiente:

- »» temperatura y condiciones higrométricas interiores y exteriores.
- »» espesor de cada capa de la cubierta inclinada.
- »» conductividad térmica (o resistencia, en su caso) de cada capa.
- »» resistividad a la difusión del vapor de agua (o resistencia, en su caso) de cada capa.

Utilizando esta información se obtiene el perfil de presión de vapor a través de la cubierta. Si la línea de presión efectiva alcanza a la de saturación, la condensación tendrá lugar en la cubierta, y en el plano de condensación donde las gráficas son tangentes.

Las condensaciones en cubierta inclinada se controlan también mediante microventilación bajo teja. En el caso de ROOFMATE PT-A es la que dan básicamente las tejas con su forma curva o mixta (y la disposición adecuada de tejas de ventilación) (**figuras 01 y 02**).

Si fuera necesaria una mayor microventilación (teja plana o circunstancias especiales de proyecto), siempre es factible la formación de una cámara de aire (en 20 mm de espesor) mediante un orden de rastreles fijados a la superficie acanalada de las planchas ROOFMATE PT-A (o bien directamente con rastreles o cordones de mortero, o bien con rastrel propiamente de madera fijado a las planchas con mortero). Para que la microventilación sea efectiva se recomienda interrumpir el cordón o rastrel cada 2 metros aproximadamente (**figuras 03, 04, 05 y 06**).

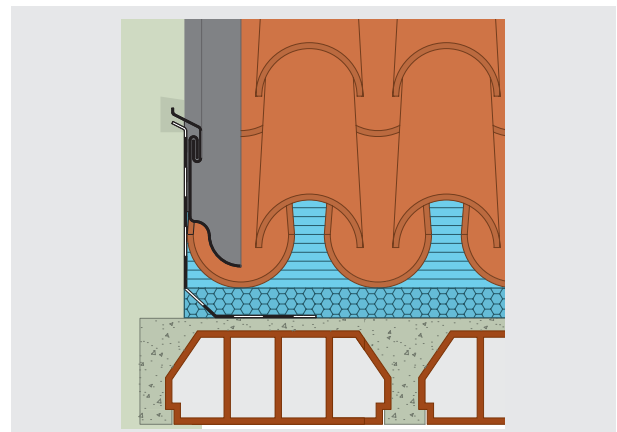


Figura 01

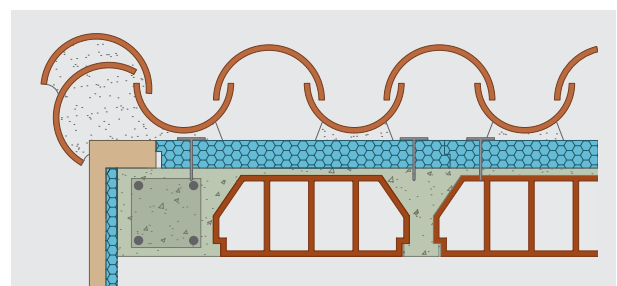


Figura 02

Diseño

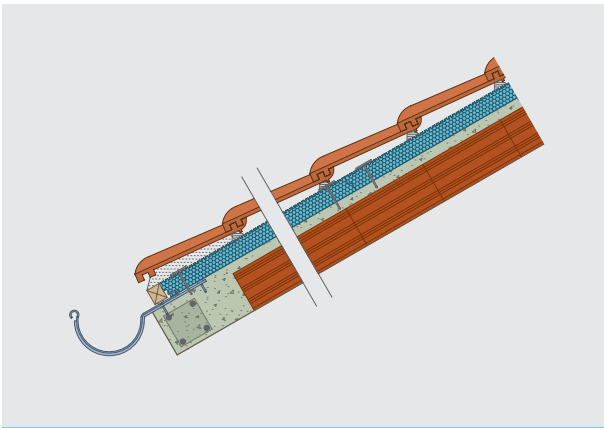


Figura 03



Figura 06

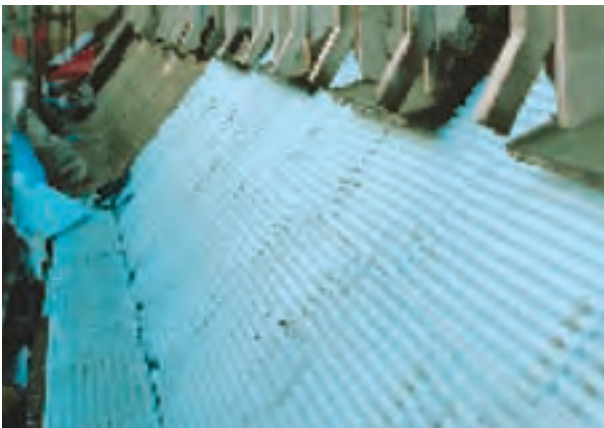


Figura 04



Figura 05

Impermeabilización

Hay tres aspectos complementarios relativos a impermeabilidad / permeabilidad:

- » el primero y más evidente es la impermeabilidad de la cubierta ante lluvia, granizo y nieve. En cubierta inclinada se consigue con la superposición de las tejas, con inclinación y solapes adecuados en función del material, tipo de encaje, mayor o menor exposición, etc. No obstante, hay situaciones en que, por desplazamiento o rotura de tejas, no detectados en el debido mantenimiento de la cubierta, surgen infiltraciones de agua dando lugar a goteras. También eventualmente puede darse una inclinación muy baja en el límite del buen funcionamiento de las tejas. Es por ello que hay un interés creciente en contar con una impermeabilización de seguridad bajo las tejas. De hecho, son conocidos, p.ej., los sistemas que han dado nuevas aplicaciones a la típica placa de fibrocemento, usada como soporte de teja, y proporcionando una barrera adicional al agua de lluvia. En el caso de las planchas ROOFMATE PT-A especialmente conveniente la solución consistente en impermeabilizar bajo ellas -como una cubierta invertida- con láminas asfálticas autoadhesivas a dos caras (como *Texself FV 2C*, de "Texsa"). Al ser autoadhesivas por las dos caras:
 - se adhieren al soporte sin necesidad de soplete, lo que facilita la instalación. Según el tipo de soporte puede requerirse una imprimación previa y, eventualmente, un precalentamiento de la lámina, dependiendo de la climatología local (temperatura, humedad, viento, etc.).

Diseño

- gracias a su cara superior, también autoadhesiva, permiten colocar las planchas ROOFMATE PT-A sin necesidad de fijación mecánica alguna. Por tanto cubren una doble función de impermeabilidad y fijación del aislamiento.

- »» el segundo es la permeabilidad al vapor de agua y el riesgo asociado de condensación dentro del cerramiento, en particular bajo las tejas, en su reverso, por la degradación que puede conllevar para las tejas. Dado que la impermeabilización de seguridad se coloca, al modo de una cubierta invertida (véase sección específica sobre ésta aplicación), bajo el aislamiento térmico, es al mismo tiempo barrera de vapor, situada en la "cara caliente" del aislante y el resultado es que se elimina virtualmente cualquier riesgo de condensación intersticial ya que la membrana-barrera de vapor se mantiene caliente y muy por encima del punto de rocío, al estar protegida por el aislamiento térmico.
- »» por último, se tiene la permeabilidad al aire exterior. El objetivo aquí es la impermeabilidad total de los cerramientos en sus partes opacas. (No hay que confundir esta permeabilidad nula a infiltraciones del aire exterior con la permeabilidad mayor o menor -pero nunca nula- a la difusión de gases a través del cerramiento, sobre todo el vapor de agua). La razón es que, si los cerramientos fueran permeables, el control de la renovación del aire se haría imposible y las pérdidas de calor excesivas. De hecho, son las carpinterías con su mayor o menor permeabilidad las que deben posibilitar ese control. En los sistemas de cubierta inclinada en los que los faldones están contruidos mediante un forjado o con una capa de compresión sobre rasillón, la permeabilidad al aire exterior es evidentemente nula. En los sistemas de cubierta inclinada de estructuras ligeras, hay diversas técnicas para conseguir esa impermeabilidad al aire, como las conocidas membranas "transpirables" o barreras de nieve.

ROOFMATE PT-A, la solución STYROFOAM para cubiertas inclinadas, bajo teja

- »» altamente resistentes a compresión para resistir las diversas condiciones de carga en una cubierta inclinada, bajo teja.
- »» insensible a la humedad (mínima absorción de agua), lo que permite que esté expuesto a la lluvia, heladas y todo tipo de inclemencias atmosféricas.
- »» elevada resistencia a la difusión del vapor (factor $\mu = 100-200$) de modo que reducen al mínimo el riesgo de condensaciones, incluso sin barrera de vapor.
- »» excelente conductividad térmica declarada: $0.031 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ ($0.035 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$).
- »» Euroclase E de reacción al fuego, según UNE EN 13501-1.

Especificaciones

M² aislamiento térmico de cubierta inclinada, mediante planchas rígidas de espuma de poliestireno extruido (XPS) ROOFMATE PT-A, de ____ mm de espesor, con una Conductividad Térmica declarada $\lambda_D = 0.035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$; Resistencia Térmica declarada $R_D = \text{____ m}^2\cdot\text{K/W}$; Clasificación de reacción al fuego Euroclase E, según la norma UNE EN 13501-1 y Código de Designación XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)300-DS(TH), de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE EN 13164.

Instalación

ROOFMATE PT-A:

Las planchas de poliestireno extruido (XPS) ROOFMATE PT-A se instalan sobre el soporte, con las acanaladuras paralelas a cumbrera, mediante:

- » fijaciones mecánicas (tipo espiga o taco plástico de expansión, de 90 mm de longitud para planchas de 40, 50 y 60 mm de espesor, de 60 mm para planchas de 35 mm), si no se va a impermeabilizar (en pendientes de hasta $45^\circ = 100\%$) (**figuras 07 y 08**).
- » adhesivos compatibles con el poliestireno extruido.
- » láminas asfálticas impermeabilizantes autoadhesivas (como Texself FV 2C), que cubren las dos funciones de impermeabilización y fijación de las planchas (en pendientes de hasta $30^\circ = 57\%$).

Tras la fijación de las planchas, se pasa a instalar la teja (ya cerámica o de hormigón: **figuras 09, 10, 11**) directamente sobre las planchas ROOFMATE PT-A en la forma tradicional, por pellada o cordón de mortero. De este modo se simplifica la instalación del aislamiento térmico bajo teja al no necesitar de capa de compresión entre teja y planchas aislantes.



Figura 07



Figura 08



Figura 09



Figura 10

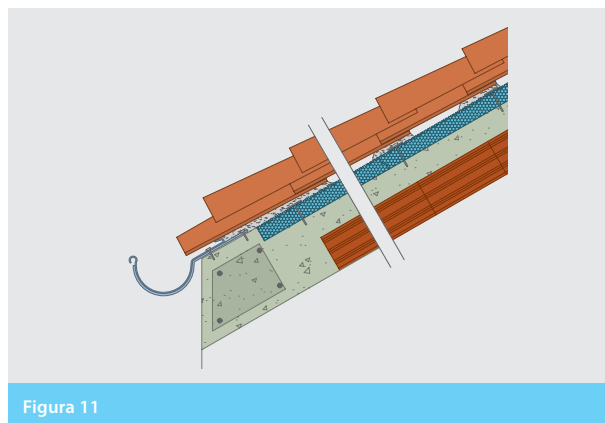


Figura 11

Instalación

Se recomienda empezar a aislar el faldón por su parte inferior, el alero, para ascender por sucesivas filas de planchas hasta la cumbrera.

Se formará un cajeadado en los encuentros del faldón con aleros y hastiales, de modo que las planchas queden cobijadas y retenidas por los topes que forman el cajeadado. El tope en alero estará dimensionado para retener el posible deslizamiento de las planchas aislantes y la teja montada sobre ellas.

Para consejos sobre la instalación de impermeabilizaciones de seguridad autoadhesivas remitimos al lector a los fabricantes de dichos productos (en el caso de Texself FV 2C, a "Texsa").

Como esquema para las fijaciones mecánicas de las planchas, se puede considerar el siguiente, para una situación normal en exposición al viento (con adhesivos se mantendrá una distribución equivalente):

- »» 4 fijaciones por plancha, en la primera fila de planchas a lo largo de todo el perímetro del faldón y junto a encuentros (chimeneas).
- »» 2 fijaciones por plancha, el resto del faldón.

Si la situación topográfica ante vientos es expuesta, se hará un estudio particular para determinar el mejor sistema de fijación. Sin embargo, en tal caso la teja se instala siempre con fijación mecánica (ganchos, clavos, etc.) y procede entonces instalar un enrastrelado, ya fijado al soporte estructural a través de las planchas aislantes, ya recibido con mortero a las propias planchas.

Si se dispone un enrastrelado fijado al soporte estructural a través de las planchas, entonces el acanalado ya no tiene la misión de dar un anclaje a la fijación con mortero, y se pueden colocar las planchas ROOFMATE PT-A con las acanaladuras en la dirección de la pendiente: así, con un único orden de rastreles paralelos a cumbrera -los que dan apoyo a las tejas- ya hay ventilación cruzada bajo las tejas, gracias a las acanaladuras de las planchas (**figura 12 y 13**).

La teja, como ya se ha indicado, se instala sobre las planchas ROOFMATE PT-A del modo tradicional.

Una buena referencia para la puesta en obra puede ser, en el caso de teja cerámica, el "Manual para el Diseño y Ejecución de Cubiertas de Teja Cerámica" (publicado por HISPALYT). En cualquier caso, se respetará, en cada tipo de teja (curva, mixtas y planas) el campo de pendientes apropiado, de acuerdo con la práctica habitual de la construcción.

En el caso especial de un empizarrado, las planchas ROOFMATE PT-A pueden ser igualmente un soporte adecuado para la pizarra instalada sobre capa de mortero pobre extendida sobre la cara acanalada de las planchas. Del mismo modo, si se opta por enrastrelar la pizarra, se seguirá la recomendación dada anteriormente al comentar el caso de los enrastrelados (**figura 12**).

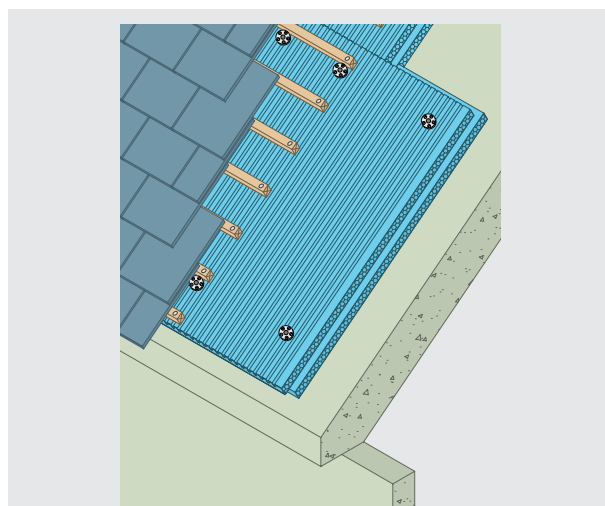


Figura 12

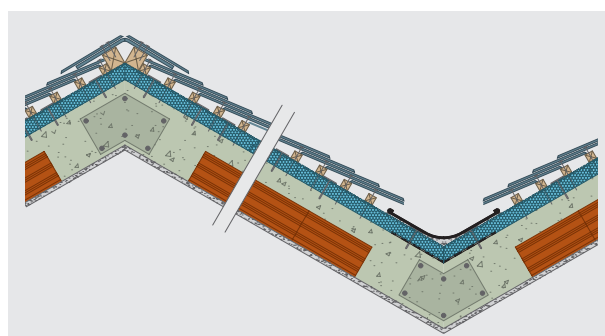


Figura 13

Normativa y certificación

Principales referencias normativas:

- »» Código Técnico de la Edificación - Documento Básico Habitabilidad, Ahorro de Energía (DB-HA)
- »» Directiva 2002/91/CE sobre eficiencia energética de la edificación
- »» Directiva 89/106/CE sobre productos de la construcción
- »» UNE EN 13164:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS) Especificación.

Mercado CE:

Conformidad a norma UNE EN 13164: 2002 para todos los productos de XPS fabricados por Dow en Europa.

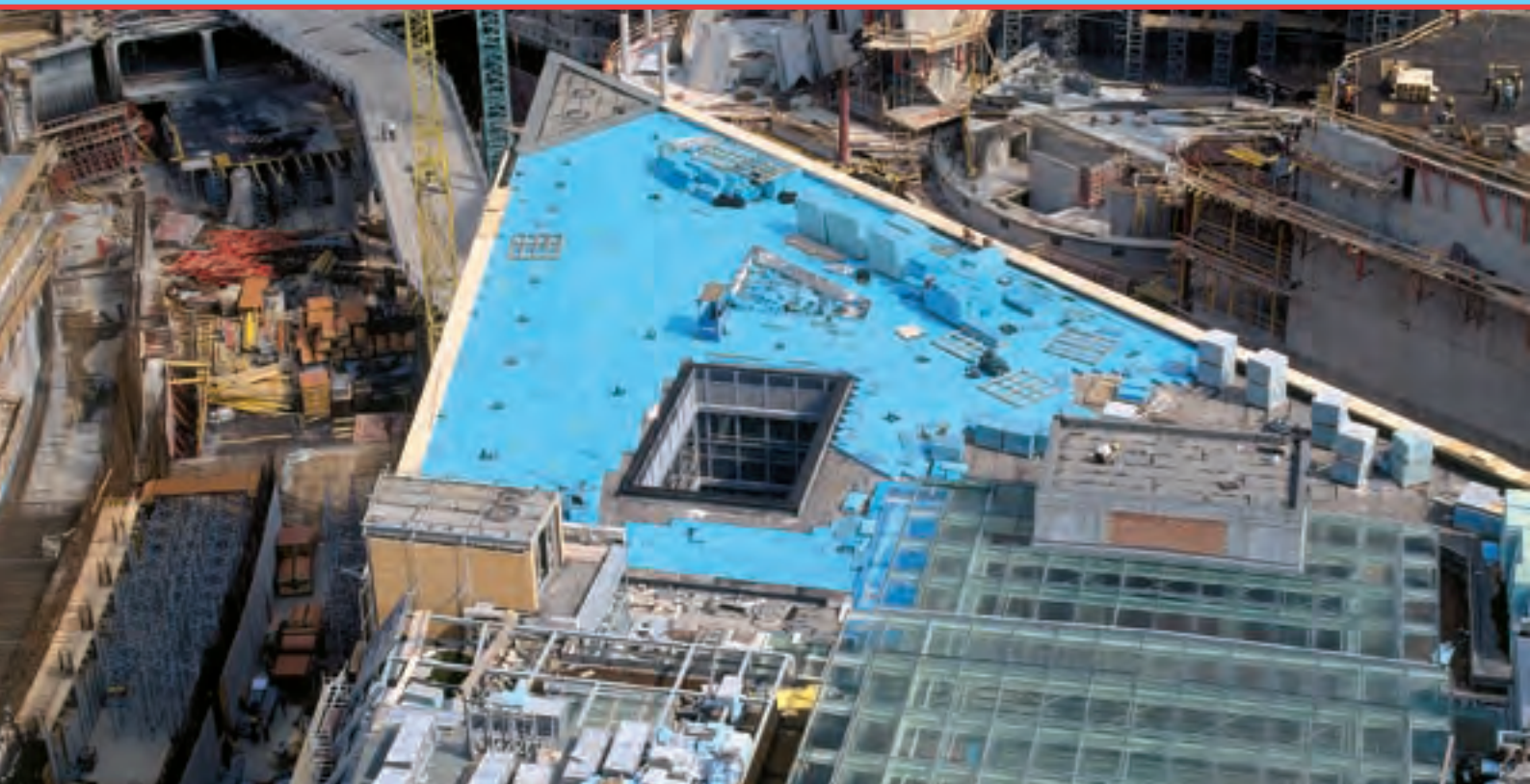
Certificado de producto:

Certificación voluntaria: Marca AENOR concedida a ROOFMATE PT-A, según UNE EN 13164: 2002

Gestión de la Calidad:

Registro AENOR de empresa según UNE EN ISO 9001:2000 concedido a la planta de fabricación de poliestireno extruido (XPS) de Dow en Erandio (Vizcaya).

Soluciones STYROFOAM



Aislamiento térmico de cubiertas planas invertidas

Se recogen
las nuevas
exigencias
del CTE

Conforme a las
nuevas disposiciones
medioambientales y
nuevas normas armonizadas
europeas

Introducción

Esta sección proporciona información sobre las planchas de aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS) ROOFMATE SL-A y ROOFMATE LG-X y ofrece una guía para el diseño e instalación de cubiertas planas invertidas aisladas con ellas, tanto en obra nueva como en rehabilitación.



FOTO - PAISAJES ESPAÑOLES

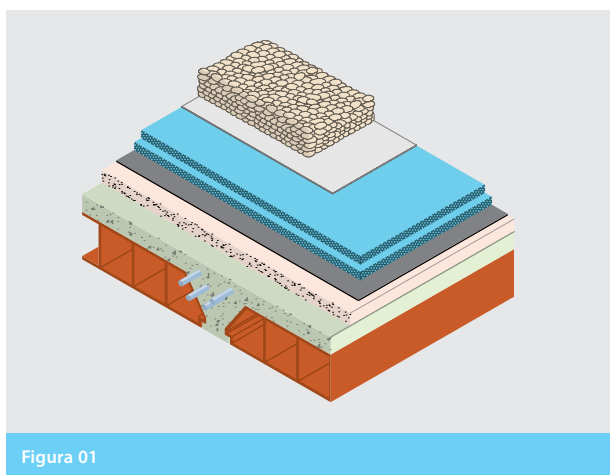


Aislar cubiertas planas invertidas

La cubierta plana tradicional o convencional puede presentar una serie de efectos perniciosos para el sistema de impermeabilización ya que, al instalar la membrana de impermeabilización por encima del aislamiento, queda sometida a:

- »» "choque" térmico, tanto diario como estacional / anual.
- »» daños mecánicos, en particular durante la obra.
- »» degradación por radiación ultravioleta.
- »» degradación -también del aislamiento- por humedad atrapada bajo la impermeabilización, procedente de lluvia durante la instalación, de la propia humedad de los materiales de construcción, o de condensación intersticial.

En la cubierta plana invertida, al "invertir" las posiciones convencionales de impermeabilización y aislamiento térmico, colocando el aislante sobre la impermeabilización (**figura 01**), la durabilidad de cualquier impermeabilización aumenta notablemente al suprimir del todo los efectos perjudiciales mencionados.



Así ocurre, p.ej., con el "choque" térmico: en la **figura 02** se reflejan las variaciones anuales de la temperatura de la impermeabilización en los casos de cubierta convencional y cubierta invertida. Se puede apreciar que las variaciones de la temperatura de la impermeabilización en la cubierta invertida son sustancialmente inferiores a las de una cubierta convencional. En la **figura 03** se ve específicamente una probable situación comparativa durante un día soleado en verano.

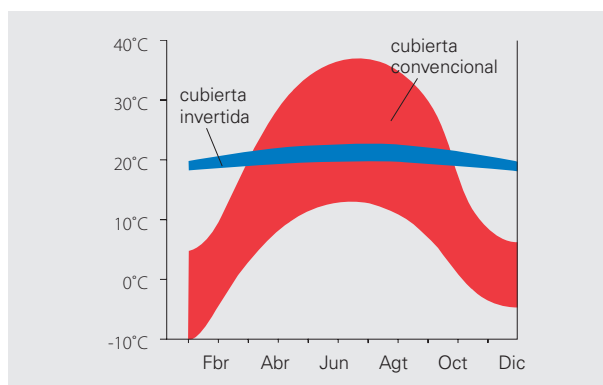


Figura 02

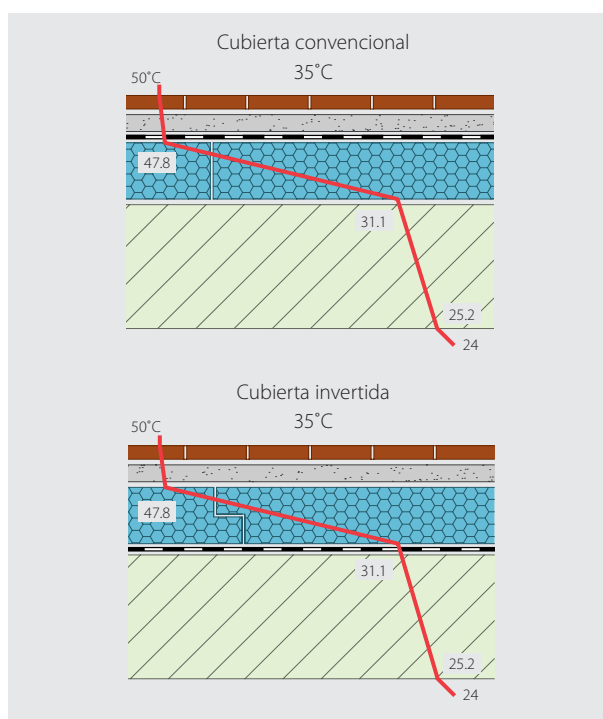


Figura 03

Además el aislamiento térmico de una cubierta invertida:

- »» puede ser instalado bajo cualquier condición meteorológica, lo que implica rapidez de ejecución.
- »» permite que la impermeabilización, situada por debajo, es decir, en la "cara caliente" del aislamiento, cumpla también el papel de barrera de vapor, con lo que, en vez de haber dos capas impermeables como ocurre en la cubierta convencional -y el aislante entre medias, con el riesgo de degradación por humedad atrapada entre ambas capas- hay una sola capa impermeable con doble función.
- »» requiere una mínima incidencia de mano de obra gracias a la sencillez y rapidez de colocación.

Aislar cubiertas planas invertidas

- »» facilita el acceso a la impermeabilización en caso de reparación y, en todo caso, reduce su mantenimiento.
- »» posibilita múltiples acabados (no transitables, transitables, parking, ajardinado, etc)

Por supuesto el concepto de cubierta invertida explicado depende absolutamente de un aislante térmico con unas propiedades excepcionales, no sólo térmicas, sino también mecánicas y de insensibilidad a la humedad.

Requisitos de un aislante térmico para cubierta invertida

Una cubierta invertida implica una exposición del aislamiento térmico a todas las inclemencias meteorológicas (lluvias, heladas, etc) sin que por ello pueda perder su eficacia.

El aislante para una cubierta invertida debe tener las siguientes características, en correspondencia con las duras condiciones de servicio:

- »» mínima absorción de agua por inmersión, de modo que conserve todas sus características térmicas y mecánicas en contacto con el agua. Tomando como referencia los ensayos de absorción de agua (p.ej., el ensayo a largo plazo UNE EN 12087) se considera un límite superior de 0.7% de absorción -en volumen-.
- »» resistencia a los ciclos de hielo - deshielo. Igualmente, a partir de los ensayos habituales (p.ej. UNE EN 12091) se considera un límite superior de 1% de absorción -en volumen-.
- »» resistencia mecánica al manejo para su instalación y a las cargas a que se vea sometido durante y después de su instalación. Se toma como referencia admitida (y probada por más de 35 años de experiencia recogida en los "Agreement" y en los Informes de Comportamiento a Largo Plazo de cubiertas invertidas de diversos Institutos europeos de la construcción), un valor de resistencia a compresión (según ensayo UNE EN 826) no inferior a 300 kPa (3 kp/cm²). Como luego se explicará (bajo el epígrafe "Diseño - Comportamiento ante cargas."), se debe aplicar a dicho valor "a corto plazo" un factor de seguridad para limitar la deformación a largo plazo bajo carga permanente o fluencia (según método de ensayo recogido en UNE EN 1606) a un máximo del 2%.
- »» tiene estructura de célula cerrada, lo que explica su excelente comportamiento ante la humedad al impedirse que el agua pase de una célula a la siguiente (a modo de compartimentos estancos, y separados por una pared celular, el poliestireno, hidrófoba).
- »» presenta también una muy elevada resistencia a la difusión del vapor (factor $\mu = 100 - 200$, según ensayo UNE EN 12086) y a la absorción de agua por difusión (ensayo a largo plazo UNE EN 12088, con límite superior entre 3% y 5% -en volumen-, dependiendo del espesor).

Requisitos de un aislante térmico para cubierta invertida

- »» es imputrescible.
- »» conductividad térmica declarada: $0.035 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, según UNE EN 13164.
- »» Euroclase E de reacción al fuego según UNE EN 13501-1.

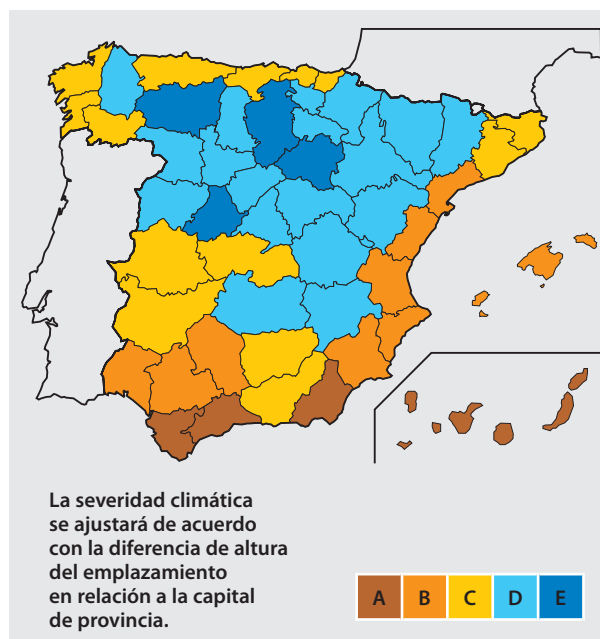
Entre los materiales de aislamiento térmico sólo el poliestireno extruido (XPS) posee a la vez todas las propiedades reseñadas. Puede ocurrir que otros materiales aislantes satisfagan eventualmente alguna de las propiedades anteriores, pero nunca todas a un tiempo, como las planchas de XPS ROOFMATE. En definitiva, el sistema de cubierta invertida está fundamentado en las superiores características del poliestireno extruido (XPS), como son las planchas ROOFMATE. En las fotos se muestran algunos edificios en España, de diversos usos, con aplicación del sistema de cubierta invertida mediante planchas ROOFMATE.



Diseño

Control térmico

Véase la sección sobre "aislamiento de suelos" en su correspondiente apartado de "Diseño-Control Térmico", para información general sobre el Código Técnico de la Edificación. A continuación se refleja el nuevo **dimensionado** del aislamiento térmico de planchas ROOFMATE*, en cubiertas invertidas, en función de los valores U_m límites, consignados en la opción simplificada del CTE.



Zona Invernal	Valores U_m límite $[\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$ para cubiertas
A	0.50
B	0.45
C	0.41
D	0.38
E	0.35

En la siguientes tabla se muestran los correspondientes **espesores mínimos** para cada zona invernal:

Zona Invernal	Espesor (cm) de ROOFMATE* para cubierta invertida
A	5
B	6
C	7
D	7
E	8

Diseño

Inercia térmica:

Al colocar las planchas ROOFMATE sobre el soporte estructural de la cubierta (forjado, losa, etc), se aprovecha al máximo la capacidad calorífica de los materiales del soporte, que colaboran de esta forma con toda la efectividad posible a la inercia térmica del edificio, estabilizando la temperatura interior ante los cambios térmicos exteriores y evitando el riesgo de condensación si hubiera alguna discontinuidad en el aislamiento de la cubierta (puente térmico).

Efecto de la lluvia en el cálculo térmico de una cubierta invertida

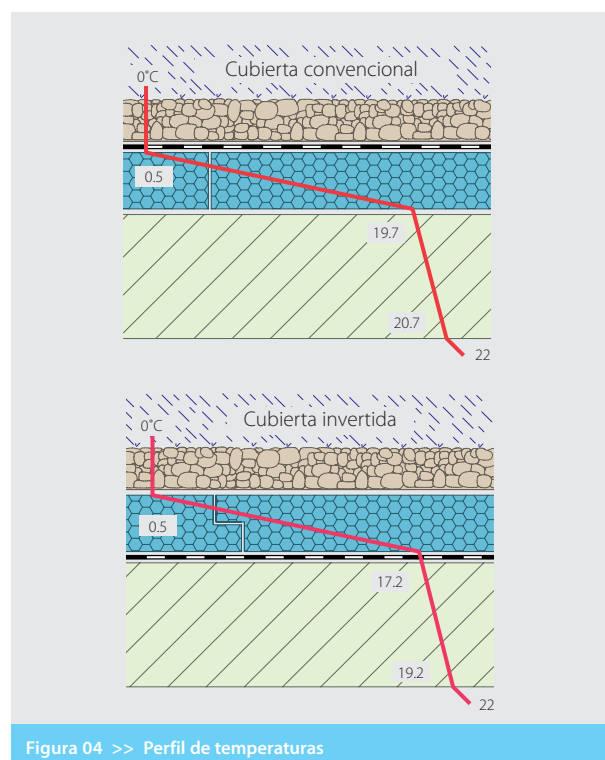
Aunque la mayor parte del agua de lluvia se evacúa por encima de las planchas ROOFMATE, se produce una escorrentía limitada a través de las juntas a media madera de las planchas, de modo que una pequeña cantidad del agua de lluvia alcanza el nivel de la impermeabilización, bajo el aislamiento térmico, sustrayendo así calor del forjado.

Diversos Institutos independientes de la construcción en toda Europa han llevado a cabo innumerables ensayos para medir la influencia del agua de lluvia sobre la temperatura de la cubierta, elaborando de esta manera el fundamento de la medida del aislamiento térmico en cubierta invertida, tal y como se recoge en la norma UNE EN ISO 6946.

Se ha comprobado que la temperatura superficial interior del forjado soporte de una cubierta invertida, durante fuertes aguaceros, es inferior, como máximo, en 1.5 °C respecto de la de una cubierta convencional. Esta diferencia de temperatura no influye en las condiciones ambientales del interior del edificio ni produce efectos de condensación (figura 04).

Para compensar las pequeñas pérdidas de calor debidas a la lluvia que pasa entre las planchas ROOFMATE y la impermeabilización se puede calcular, según UNE EN ISO 6946, un espesor de aislamiento un poco mayor que en el sistema tradicional. Hay que notar que:

- » El incremento de espesor suele ser absorbido en muchos casos por los espesores comerciales, que van de cm en cm. Por ejemplo, con el cálculo "tradicional" se puede determinar un espesor de 5.2 cm y con el cálculo según UNE EN ISO 6946 podría muy bien ser de 5.8. En ambos casos está claro que el espesor finalmente instalado será 6 cm. En la mayor parte de España el aumento determinado por el método de cálculo definido en UNE EN ISO 6946 oscila entre 2 y 10 milímetros. La necesidad de mayor espesor de aislamiento vendrá dada, como queda explicado, por el salto de los espesores comerciales centímetro a centímetro. Normalmente, o no será necesario aumentar el espesor, o, como mucho, bastará con otro centímetro.
- » Donde la pluviometría sea especialmente alta (costas gallega y, en menor medida, la cantábrica), puede haber casos en que sea aconsejable dimensionar 2 cm más.
- » Se echa de ver que el espesor mayor así consignado implica que, durante el período de calefacción, nada se pierde durante las precipitaciones, con respecto al cálculo tradicional y, por el contrario, se gana durante la ausencia de lluvia.



Diseño

Control de las condensaciones

La posición de la impermeabilización en cubierta invertida, bajo el aislamiento, permite que cumpla a la vez la función de barrera de vapor. Por consiguiente, el sistema de cubierta invertida elimina virtualmente cualquier riesgo de condensación intersticial ya que la membrana - barrera de vapor se mantiene caliente y muy por encima del punto de rocío.

Si la protección pesada (ver epígrafe correspondiente) es "abierta" a la difusión del vapor, se logra el óptimo de contar con una sola capa impermeable en toda la sección de la cubierta, sin que se llegue a formar una "trampa" entre dos capas impermeables -como ocurre en la cubierta convencional con barrera de vapor e impermeabilización donde quede atrapada humedad que condense y deteriore los materiales.

El método para predecir la aparición o ausencia de condensaciones se basa en la construcción de las gráficas de perfil de temperaturas y de presión de vapor (pres. de saturación; presión efectiva) a través del cerramiento, la cubierta en este caso.

El procedimiento de cálculo viene descrito en la norma europea EN 13788, basada a su vez en la norma alemana DIN 4108 (diagrama GLASER de presiones de vapor).

La información necesaria para la realización del cálculo es la siguiente:

- »» temperatura y condiciones higrométricas interiores y exteriores.
- »» espesor de cada capa de la cubierta.
- »» conductividad térmica (o resistencia, en su caso) de cada capa.
- »» resistividad a la difusión del vapor de agua (o resistencia, en su caso) de cada capa.

Utilizando esta información se obtiene el perfil de presión de vapor a través de la cubierta. Si la línea de presión efectiva alcanza a la de saturación, la condensación tendrá lugar en la cubierta, y en el plano de condensación donde las gráficas son tangentes.

Hay que resaltar que cuanto mayor sea la resistividad al vapor de agua de un material aislante, menor será el riesgo de condensación. Las planchas ROOFMATE presentan, como el resto de productos STYROFOAM, la resistividad más elevada de los aislantes más habituales en construcción (factor $\mu = 100$ a 200 , según espesor de plancha -más elevado cuanto menor sea el espesor).

Impermeabilización

Gracias a la protección que la cubierta invertida aporta a la membrana impermeabilizante, puede admitirse cualquier solución de impermeabilización usada en cubierta convencional, obteniéndose, para una misma membrana impermeabilizante, mayor durabilidad.

Cuando se prevea la instalación de una lámina sintética de PVC, se consultará al fabricante de la lámina la posible incompatibilidad entre la formulación concreta de la lámina y el XPS. Habitualmente será suficiente plantear una capa de separación tipo geotextil del gramaje adecuado.

Como incompatibilidades conocidas, no son aceptables láminas de impermeabilización que contengan disolventes y puedan emitirlos durante o después de la instalación de las planchas aislantes de poliestireno extruido (XPS) ROOFMATE SL-A. Asimismo no es aceptable ninguna impermeabilización a base de alquitrán.

Pendientes recomendadas: del 1 al 5%. También puede aplicarse el 0% si la membrana impermeabilizante lo admite, en función de la normativa vigente, y del correspondiente Proyecto.

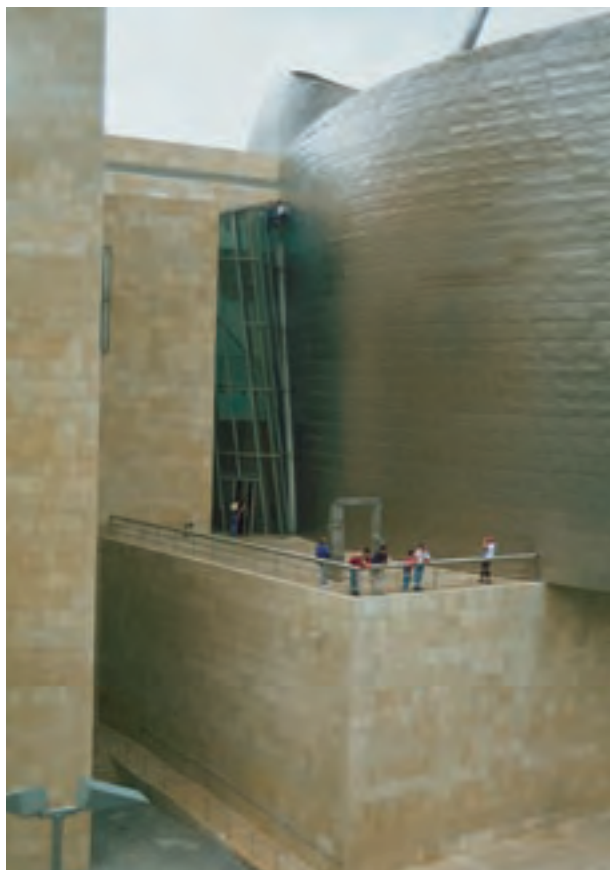
En los puntos de unión entre la membrana de impermeabilización y otros elementos constructivos, aquella debe sobrepasar al menos 150 mm por encima del borde superior de la capa de protección pesada.

Diseño

Comportamiento ante cargas

Como se mencionó anteriormente (“Requisitos de un aislante para cubiertas planas invertidas”), junto a los valores de resistencia a la compresión “a corto plazo”, válidos para caracterizar los diferentes productos de poliestireno extruido (XPS) STYROFOAM en cuanto a control de calidad y certificación (así, p.ej., respecto de la norma UNE EN 13164:2001, en el caso del XPS), hay que considerar la fluencia o deformación “a largo plazo” bajo carga permanente.

En los métodos de ensayo y cálculo (cálculo para la necesaria extrapolación de los datos obtenidos en el ensayo) para determinar la fluencia (como UNE EN 1606) se admite una deformación máxima del 2% en un plazo de hasta 50 años. En el caso de las planchas ROOFMATE SL-A se asegura no sobrepasar tal deformación aplicando un esfuerzo de compresión de hasta 130 kPa (1.3 kp/cm²).



Protección pesada de las planchas ROOFMATE SL-A

En cubierta invertida, sobre la capa de aislante térmico formada por las planchas ROOFMATE SL-A, se debe aplicar, inmediatamente tras su colocación, un acabado o protección pesada, con el objeto de:

- » proteger las planchas de las radiaciones ultravioletas.
- » evitar el levantamiento de las planchas debido a succión ocasionada por el viento.
- » evitar el levantamiento, igualmente, debido a flotación (en la eventualidad de que la cubierta se inunde).

Protección no transitable

Grava (figura 05)

Se empleará árido rodado, en granulometría 20 - 40 mm, lavado, y en espesor mínimo de 50 mm. Con 50 mm se aportan entre 80 y 100 kg/m² de sobrecarga que compensan el empuje, por flotabilidad, de las planchas ROOFMATE SL-A.

Si la grava contiene exceso de finos, se colocará encima de las planchas ROOFMATE SL-A un filtro separador no tejido o geotextil, imputrescible y permeable al agua, de 100 g/m² como mínimo (de poliéster, p.ej.). Así se evita que los finos se depositen en la membrana, dañándola, o que colmaten los sumideros.

Si se prevén zonas de paso habitual para trabajos de mantenimiento, inspección, etc. se instalarán pasillos de baldosas en vez de grava (las baldosas pueden apoyarse en distanciadores o en capa de gravilla). En el perímetro de la cubierta y en encuentros también se colocará un lastre adicional de baldosas de hormigón (con espesor mínimo de 40 mm) si hay una exposición especialmente fuerte a vientos o el edificio es de una altura grande (15 o más plantas).

Acabado ajardinado tipo extensivo (figura 06)

Aunque en cubierta invertida es también practicable el acabado intensivo, con grandes espesores de sustrato edafomineral (más de 200 mm y hasta 1000), cultivo de todo tipo de plantas y de todo porte, y mantenimiento y regado periódicos, se destaca aquí por lo novedoso la posibilidad de un acabado extensivo.

Diseño

En una cubierta ajardinada extensiva:

- la capa de sustrato tiene un espesor mínimo, entre 60 y 120 mm.
- las plantas se seleccionan de modo que no necesiten cuidados ni riego periódicos (típicamente del género "Sedum", plantas crasas, tipo "uña de gato").
- Además son plantas con un porte pequeño, lo que, en caso de incendio, no agrava el problema, al no suponer una gran masa orgánica en cubierta.

Entre las planchas aislantes ROOFMATE SL-A y la capa de sustrato se interpondrá una capa de drenaje o "geodren".

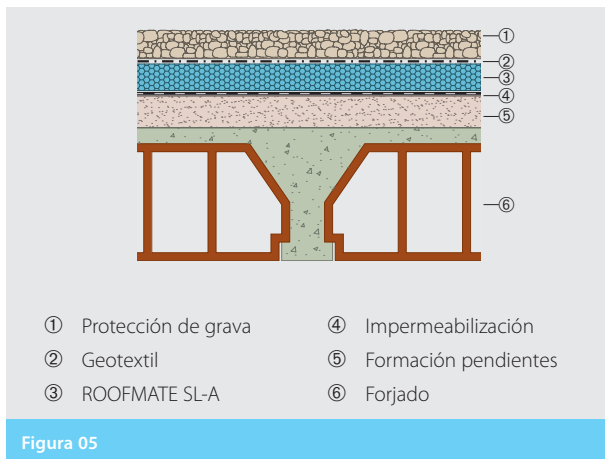


Figura 05

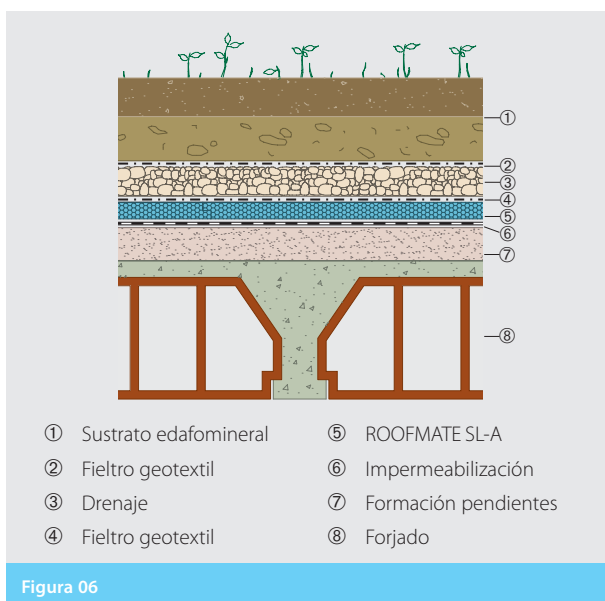


Figura 06



Protecciones transitables (cubierta accesible a personas)

Baldosas de hormigón (figura 07)

Se preverá una cámara ventilada entre las planchas ROOFMATE SL-A y las baldosas, apoyándolas sobre soportes distanciadores. Sirve también una capa de gravilla, en vez de la cámara, en espesor de 20 mm. En este caso es preciso disponer un fieltro geotextil (100 g/m² mínimo, de poliéster) encima de las planchas aislantes.

Se tendrá en cuenta la acción punzonante de los soportes distanciadores de modo que la presión transmitida a las planchas aislantes no sobrepase el valor de resistencia a compresión para una deformación por fluencia del 2%, es decir, 130 kPa = 1.3 kp/cm².

Las baldosas se dispondrán sobre los soportes de manera que se formen juntas abiertas entre ellas, para permitir así cualquier dilatación, y facilitar tanto el drenaje del agua en superficie como la ventilación bajo las baldosas, de modo que las baldosas sean "abiertas" a la "difusión" (véase "Control de condensaciones").

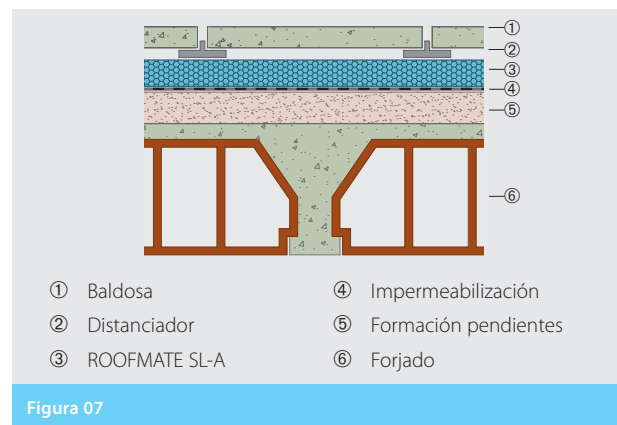


Figura 07

Diseño

Baldosín cerámico (figura 08)

Es conocido el concepto de “cubierta a la catalana”, en que se dispone un acabado en baldosín sobre cámara ventilada. En el caso de cubierta invertida se recomienda igualmente mantener un cierto grado de ventilación o aireación entre el acabado de baldosín y el aislante térmico de XPS (de nuevo se trata de conseguir un sistema “abierto” a la “difusión”).

Hay productos comercializados bajo el nombre genérico de “capa de difusión” que, de hecho, no facilitan especialmente la difusión del vapor como tal, sino más bien el secado (si se prevén juntas “abiertas” de cada paño embaldosado, por donde “respire” la tal capa de “aireación”) y, a la vez, drenaje en caso de presentarse agua, ya provenga de condensación o de lluvia.

El objetivo aquí es impedir la formación de una lámina de agua estancada entre el mortero del embaldosado y las planchas aislantes, lámina que actuaría a modo de barrera de vapor en la “cara fría” del aislante, lo que sería contraproducente, en particular donde haya una climatología local especialmente adversa (por frío y lluvias), ya que se puede verificar un ataque de humedad excesivo, al encontrarse el aislamiento térmico entre dos ambientes saturados de humedad, tanto en su “cara caliente” como en la “cara fría”.

Se recomienda armar la capa de mortero (de 40 mm de espesor) con que se toma el baldosín con un mallazo mínimo -tela de gallinero-.

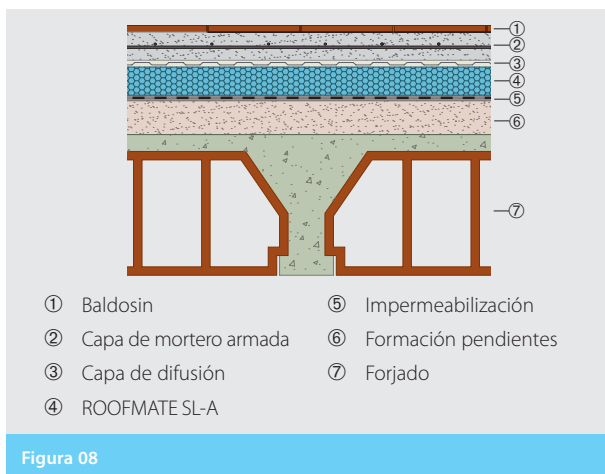


Figura 08

Losa de hormigón (cubierta “parking”)

En la **figura 09** se muestra un detalle típico. Por lo demás, véase en la sección sobre “Aislamiento térmico de suelos” la referencia a las planchas FLOORMATE 500-A y FLOORMATE 700-A, de uso en tales aplicaciones.

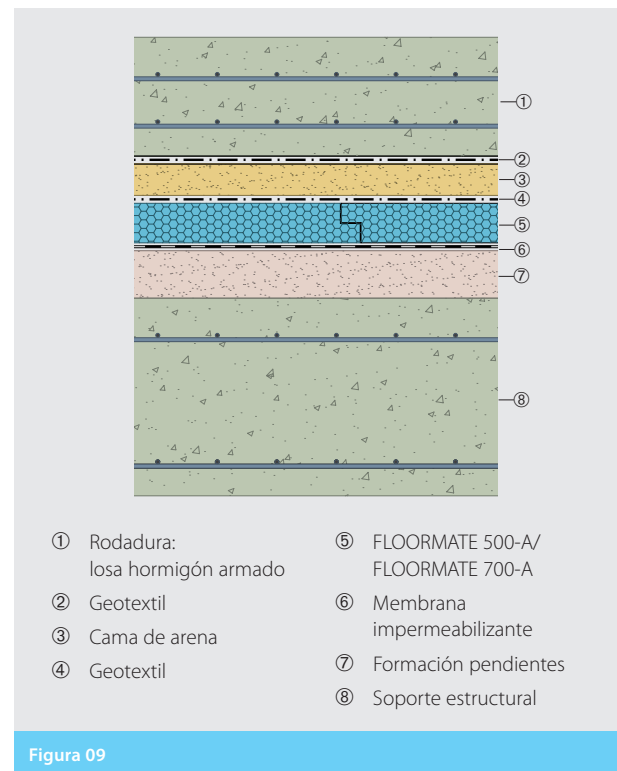


Figura 09

Protección ligera: ROOFMATE LG-X

Debido a la protección pesada requerida por la solución invertida (con los diversos acabados expuestos), se tiene una sobrecarga en cubierta de más de 80 kg/m².

Cuando, por razones estructurales o por tratarse de una rehabilitación con limitaciones muy estrictas, tanto en sobrecarga admisible como en accesibilidad de la cubierta, se desee la solución invertida con el menor peso posible, entonces se procederá a la instalación de las baldosas aislantes ROOFMATE LG-X, que aportan unos 25 kg/m² a la cubierta y no requieren de medios especiales para llevarlas sobre la cubierta (su ligereza permite que sean manejadas por un solo operario).

Diseño

ROOFMATE LG-X consiste en un panel o baldosa prefabricada compuesta por una base aislante ROOFMATE y una capa de mortero modificado de 10 mm de espesor sobre toda la superficie de la base aislante de ROOFMATE. Cuenta con un perfil machihembrado (en sus bordes longitudinales) que asegura el perfecto ensamblaje de los paneles ROOFMATE LG-X una vez instalados.

La cubierta aislada con ROOFMATE LG-X ofrece todas las ventajas de la cubierta invertida y, además:

- » se puede usar en casos en que la estructura y cubierta puedan únicamente soportar una carga adicional mínima.
- » se instala en una sola operación aislamiento y acabado, eliminando la necesidad de verter grava, y obteniendo, por consiguiente, un ahorro en mano de obra.
- » permite el acceso para su mantenimiento, sin necesidad de instalar baldosas adicionales de hormigón. Sin embargo, hay que destacar que no es una cubierta accesible a todos los efectos, sino sólo muy limitadamente ("visitable").
- » si bien puede presentar un aspecto más ordenado y regular que un acabado de grava, no es éste el objetivo expreso de instalar los paneles ROOFMATE LG-X, y, de hecho, su capa de mortero puede presentar fisuraciones abundantes, especialmente notorias si ha llovido, que no afectan al propósito de dar una protección ligera a la base aislante (**figura 10**). En todo caso, las fisuraciones no llevan aparejada ninguna degradación del producto, ni térmica ni mecánica (delaminación de la capa de mortero respecto a la base aislante, p.ej.).

ROOFMATE LG-X puede ser usado con pendientes de 1 a 5%. El peso de ROOFMATE LG-X no se considerará a la hora de evaluar el sistema de sujeción de la impermeabilización y su estabilidad ante el viento. En el perímetro de la cubierta, el borde de los paneles ROOFMATE LG-X deberá estar protegido de la luz solar y de la acción del viento directo por debajo de las mismas. Los petos tendrán una altura mínima de 50 mm por encima de la superficie de los paneles ROOFMATE LG-X.



Figura 10



ROOFMATE LG-X y la succión de viento:

- » la junta machihembrada de diseño especial proporciona un buen ensamblaje entre paneles a la hora de resistir las succiones causadas por vientos fuertes en la cubierta. Esto significa que en la mayor parte de la cubierta (excepto donde se indica en el siguiente punto) los paneles ROOFMATE LG-X son suficientemente pesados como para aguantar las succiones con un considerable margen de seguridad.
- » en todo el perímetro de la cubierta -y alrededor de cualquier encuentro importante: lucernarios, chimeneas, casetas de maquinaria, etc.-, se dispondrá, o bien un lastre adicional a modo de pasillo formado con baldosas de hormigón de 600 X 600 X 50 mm, o bien una fijación mecánica, o incluso el pegado de los paneles (conforme al criterio del responsable del proyecto).
- » en el D.I.T. no 198 del I.E.T.cc se dan indicaciones de los diversos lastres necesarios, en función del edificio, zona geográfica en España y grado de exposición topográfica.

Diseño



ROOFMATE SL-A y ROOFMATE LG-X, la solución STYROFOAM para cubiertas planas invertidas

- » altamente resistentes a compresión para resistir todas las condiciones de carga en una cubierta plana invertida.
- » insensibles a la humedad (mínima absorción de agua), lo que permite que estén expuestos a la lluvia, heladas y todo tipo de inclemencias atmosféricas.
- » elevada resistencia a la difusión del vapor (factor $\mu = 100$ a 200) de modo que reducen al mínimo el riesgo de condensaciones (en todo caso mínimas en cubierta invertida dada la posición de la impermeabilización como barrera de vapor, en la "cara caliente" de las planchas ROOFMATE).
- » excelente conductividad térmica declarada: $0.025 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ ($0.029 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$), para ROOFMATE LG-X, y $0.031 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ ($0.035 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$), para ROOFMATE SL-A.
- » Euroclase E de reacción al fuego, según UNE EN 13501-1.
- » ROOFMATE SL-A: ligereza extraordinaria (alrededor de 1 kg/m^2 , para 30 - 40 mm de espesor; alrededor de 9 kg/ paquete), fácil de cortar y trabajar.
- » ROOFMATE LG-X: ligereza (25 kg/m^2), instalación simplificada (aislamiento y acabado en una sola operación).



Especificaciones

M² aislamiento térmico de cubierta plana invertida, mediante planchas rígidas de espuma de poliestireno extruido (XPS) ROOFMATE SL-A, de ____ mm de espesor, con una Conductividad Térmica declarada $\lambda_D = 0.035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$; Resistencia Térmica declarada $R_D = \text{____} \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$; Clasificación de reacción al fuego Euroclase E, según la norma UNE EN 13501-1 y Código de Designación XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)300-CC(2/1.5/50)130-WL(T)0.7-WD(V)3-FT2- DS(TH)-DLT(2)5, de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE EN 13164.

M² aislamiento térmico de cubierta plana invertida ligera, mediante baldosa aislante ROOFMATE LG-X compuesta por una protección consistente en una capa de mortero modificado de 10 mm de espesor y una base aislante de espuma de poliestireno extruido (XPS) ROOFMATE, de ____ mm de espesor, con una Conductividad Térmica declarada $\lambda_D = 0.029 \text{ W/m}\cdot\text{K}$; Resistencia Térmica declarada $R_D = \text{____} \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$; Clasificación de reacción al fuego Euroclase E, según la norma UNE EN 13501-1 y Código de Designación XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)300-CC(2/1.5/50)100-WL(T)0.7-WD(V)3-FT2- DS(TH)-DLT(2)5, de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE EN 13164.

Instalación

ROOFMATE SL-A

La colocación de las planchas ROOFMATE SL-A deberá hacerse inmediatamente después de realizada la impermeabilización.

Las planchas aislantes ROOFMATE SL-A se colocan directamente encima de la impermeabilización, sueltas, con total independencia, sin adherirlas (eventualmente, cuando haya riesgo de flotación por inundación de la cubierta, podrán fijarse por puntos situados en la zona central de las planchas).

Instalación

Cuando, por la naturaleza de la membrana impermeabilizante, haya riesgo de adherencia total entre el aislamiento y ésta, se recomienda la interposición de un geotextil de 100 g/m² como mínimo. Las planchas deben colocarse a tope entre ellas y con juntas al tresbolillo, contrapeando las filas sucesivas. Se colocarán en una sola capa (**figura 11**).

En las entregas a puntos singulares donde la cubierta quede perforada (lucernarios, sumideros, chimeneas, etc), las planchas ROOFMATE SL-A pueden ajustarse mediante cortes y orificios fácilmente practicables con las herramientas usuales en carpintería (sierras de diversos tipos), e incluso un simple "cutter" (**figura 12**).

En la unión con petos o paramentos, se adaptarán las planchas a la media caña de la impermeabilización, practicando un corte en bisel. De este modo, se reduce al máximo el posible efecto de puente térmico (**figura 13**).

Dada la ligereza de las planchas ROOFMATE SL-A se debe proceder inmediatamente, tras su colocación, al lastrado con la protección pesada proyectada (**figura 11**).

Se recomienda el empleo de un geotextil entre protección pesada y planchas aislantes para evitar, por un lado, la formación de depósitos de carácter biológico sobre la membrana y, por otro, como elemento de protección del aislante frente a la eventual acción de la radiación ultravioleta y para sujeción de las planchas (**figura 14**).

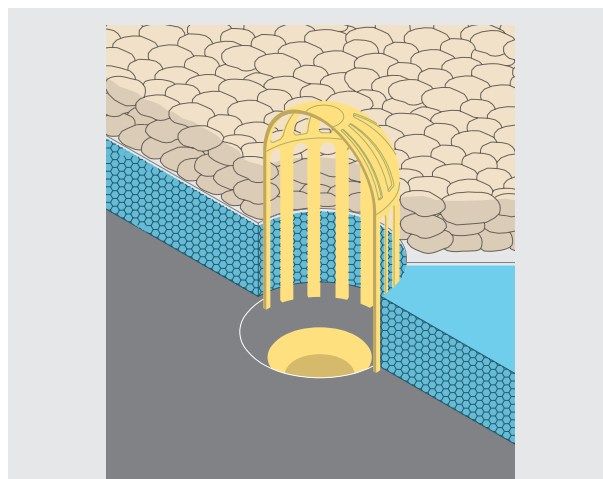


Figura 12

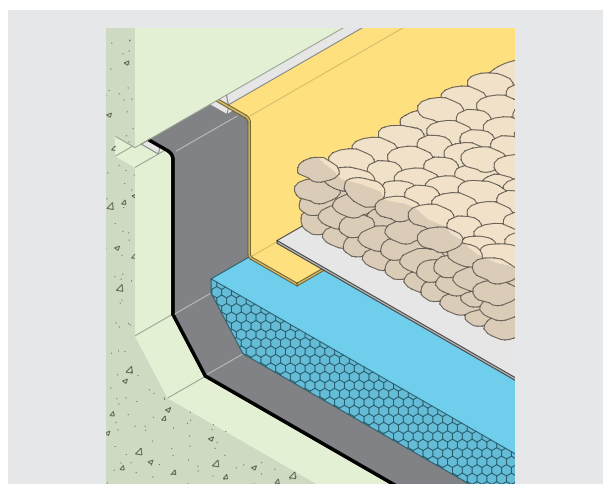


Figura 13

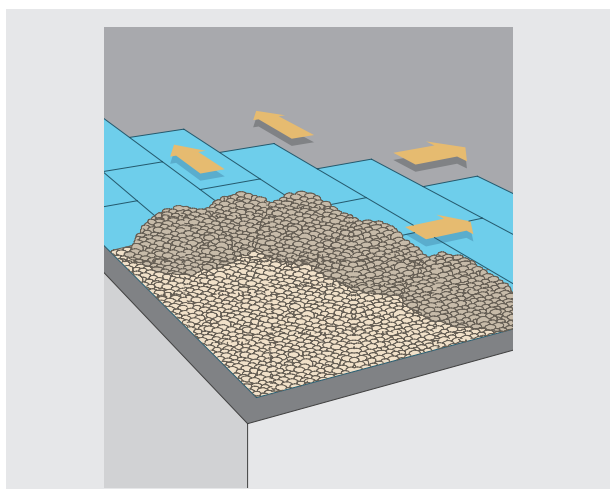


Figura 11

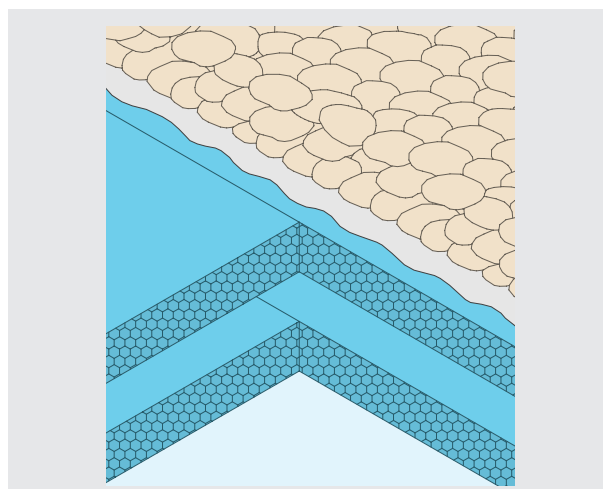


Figura 14

Instalación

ROOFMATE LG-X

La colocación de las baldosas aislantes ROOFMATE LG-X deberá hacerse inmediatamente después de realizada la impermeabilización.

Las baldosas aislantes ROOFMATE LG-X se colocan directamente encima de la impermeabilización, sueltas, con total independencia, sin adherirlas (eventualmente, cuando haya riesgo de flotación por inundación de la cubierta, podrán fijarse por puntos situados en la zona central de la baldosa).

Cuando, por la naturaleza de la membrana impermeabilizante, haya riesgo de adherencia total entre el aislamiento y ésta, se recomienda la interposición de un geotextil de 100 g/m² como mínimo.

Los paneles ROOFMATE LG-X deben colocarse a tope entre sí y con juntas a tresbolillo, contrapeando las filas sucesivas y cuidando de que los trozos de panel situados en los extremos de cada fila no tengan una longitud inferior a la mitad de la longitud total del panel ROOFMATE LG-X. Cuando ésto no sea posible, se colocará el trozo sobrante de panel en la zona central de la cubierta.



En las entregas a puntos singulares donde la cubierta queda perforada (lucernarios, sumideros, chimeneas, etc.), las baldosas aislantes ROOFMATE LG-X pueden ajustarse mediante cortes y orificios practicables con sierra radial. Se dejara una junta con holgura de unos 5 mm (**figura 15**).

En la unión con petos y paramentos, se adaptarán los paneles ROOFMATE LG-X a la media caña de la impermeabilización, practicando un corte en bisel a la base aislante ROOFMATE del panel o baldosa. Así se reduce al máximo el posible efecto de puente térmico (**figura 16**).

En los cambios de pendiente, limatesas o limahoyas, se cortará el mortero con una sierra radial a lo largo de la línea de cambio de pendiente (**figura 17**). De esta manera se puede reducir la flexión del panel en los vanos ocasionados por los cambios de pendiente de la cubierta, flexión que resultaría en una mayor fisuración de la capa de mortero de la que por sí sola presenta (véase "Diseño - Protección ligera"). Como se indica en "Diseño - Protección ligera", se instalará el lastre adicional o fijación suplementaria sobre la primera fila de paneles situada junto al perímetro de la cubierta o cualquier elemento singular de la cubierta que perfore el forjado.

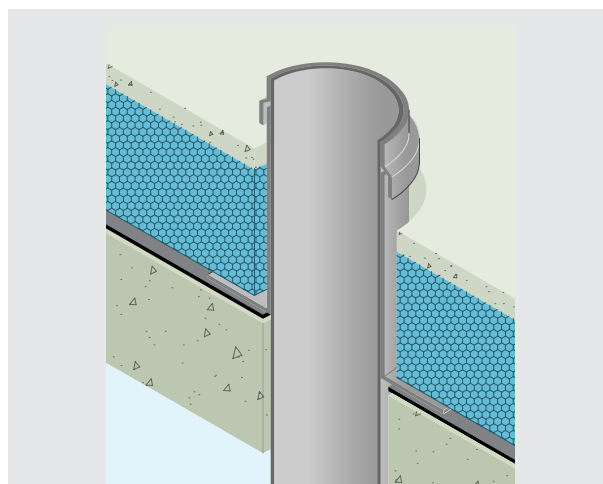


Figura 15

Instalación

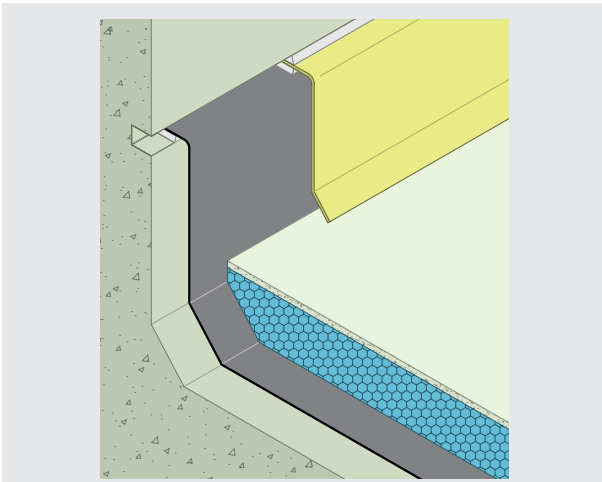


Figura 16

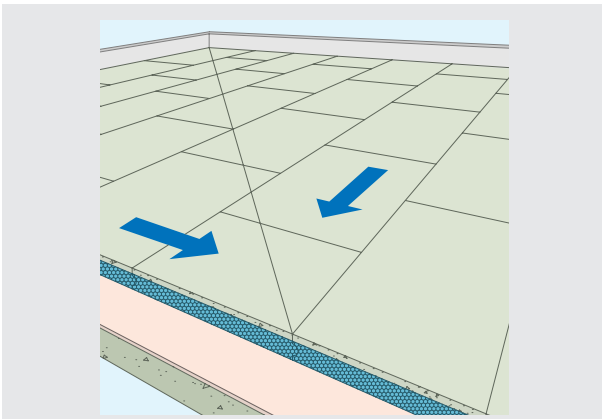


Figura 17

Normativa y certificación

Principales referencias normativas:

- »» Código Técnico de la Edificación - Documento Básico Habitabilidad, Ahorro de Energía (DB-HA)
- »» Directiva 2002/91/CE sobre eficiencia energética de la edificación
- »» Directiva 89/106/CE sobre productos de la construcción
- »» UNE EN 13164:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS) Especificación.

Marcado CE:

Conformidad a norma UNE EN 13164: 2002 para todos los productos de XPS fabricados por Dow en Europa.

Certificado de producto:

Certificación voluntaria: Marca AENOR concedida a ROOFMATE SL-A, según UNE EN 13164: 2002

Gestión de la Calidad:

Registro AENOR de empresa según UNE EN ISO 9001:2000 concedido a la planta de fabricación de poliestireno extruido (XPS) de Dow en Erandio (Vizcaya).

Soluciones STYROFOAM



Aislamiento térmico de suelos

Se recogen
las nuevas
exigencias
del CTE

Conforme a las
nuevas disposiciones
medioambientales y
nuevas normas armonizadas
europeas

Introducción

Esta sección proporciona información sobre las planchas de aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS) FLOORMATE y ofrece una guía para el diseño e instalación de suelos aislados con ellas, tanto en obra nueva como en rehabilitación.



Aislar suelos

Una parte importante de las pérdidas energéticas que se registran en un edificio, hasta un 20%, se realizan a través de los suelos, ya estén en contacto con el terreno (solera), sobre cámara ventilada no accesible (forjado sanitario) o directamente sobre espacios no calefactados (sótanos) o exteriores (soportales). Además, la temperatura superficial del suelo puede ser muy inferior a la temperatura ambiente, lo que provoca falta de confort por "radiación fría" y riesgo de condensaciones superficiales. Ambas circunstancias -pérdidas excesivas y falta de confort / riesgo de condensaciones- se subsanan con la colocación de un aislante térmico adecuado para su aplicación en suelos.



Requisitos de un aislante térmico para suelos

Aparte de la mayor o menor bondad de las características térmicas, se debe evaluar también otras propiedades que aseguran la durabilidad de tales características térmicas.

Así, en un suelo el aislante se encontrará bajo cargas permanentes y de uso de diversa cuantía. Más aún, la posibilidad de que entre en contacto con agua (procedente del terreno, de condensaciones, o también de la propia humedad de obra) llevará a una exigencia muy estricta en resistencia a la humedad.

Los dos ejemplos citados pueden determinar un deterioro progresivo de la resistencia térmica (resistencia térmica = espesor / conductividad térmica) proporcionada por el aislante, si éste no presenta suficiente resistencia a compresión (para mantener el espesor especificado) o suficiente resistencia a la absorción de agua (para mantener la conductividad térmica de diseño).

Las planchas FLOORMATE se caracterizan por su excelente comportamiento tanto en prestaciones térmicas como mecánicas (compresión) y de insensibilidad a la humedad.

Diseño

Control termico

Nota importante:

La Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas, NBE-CT 79, fue la referencia básica y obligada en España para cualquier proyecto de arquitectura hasta la llegada del Código Técnico de la Edificación (CTE), en el que la administración y todos los sectores involucrados han estado trabajando y debatiendo entre los años 2000 y 2005. Por tanto, a pesar de que a fecha de redacción del presente texto, aún no ha sido publicado en el B.O.E., pasaremos a informar del texto normativo que, de todas formas, en un plazo breve será ya la referencia obligada para cualquier proyecto de edificación.

Diseño

El nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE).

Antecedentes.

En España, como consecuencia de la crisis del petróleo de 1973, se empezó a tener en cuenta, a finales de los 70, la necesidad de tomar medidas que tendieran al ahorro energético, con el objetivo estratégico de depender en menor cuantía de las importaciones de petróleo.

En edificación esto encontró su reflejo en la *Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas*, del año 1979 (NBE-CT-79). Fue un paso muy importante, aunque sólo fuera por reglamentar por primera vez la cuestión.

Sin embargo, desde aquel año, hace más de cuarto de siglo, han sucedido varios hechos de gran y creciente relevancia, que vuelven obsoletos e insuficientes los planteamientos y requisitos allí expresados. Se pueden destacar dos:

- »» El reconocimiento del **cambio climático**, debido al fenómeno del calentamiento global, acelerado como resultado del aumento de emisiones de gases con efecto invernadero, procedentes, sobre todo, de la quema de combustibles fósiles. El acuerdo global para enfrentarse a este problema crítico se ha concretado en el conocido Protocolo de Kyoto, abierto por Naciones Unidas a la firma y, posteriormente, a la adhesión de todos los Estados del mundo en 1998, y que, finalmente, ha entrado en vigor en 2005.
- »» El **ingreso de España en la Unión Europea**, con la obligación, como para todos los demás Estados europeos, de efectuar la *transposición*, a la reglamentación técnica nacional, de las conocidas *Directivas* de la Comisión Europea (CE). Así, por ejemplo, en el terreno que nos ocupa, la *Directiva 89/106/CE*, sobre productos de construcción, y la más reciente *Directiva 2002/91/CE* sobre eficiencia energética de la edificación.

En este contexto surge (diciembre 1999) la Ley de la Ordenación de la Edificación (LOE), con la determinación, en ella recogida, de elaborar un nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE). Dado que la *Directiva 2002/91/CE*, sobre eficiencia energética de los edificios entra en vigor el 4 de enero de 2006, España, como el resto de los Estados de la Unión Europea, ha debido adaptar su reglamentación nacional a la nueva Directiva. Y el CTE es una de las principales herramientas para tal objetivo.

El CTE y la limitación de la demanda energética.

El CTE contempla las seis Exigencias Básicas definidas en la LOE:

1. Seguridad estructural.
2. Seguridad en caso de incendio.
3. Seguridad de uso.
4. Salubridad.
5. Protección frente al ruido.
6. Ahorro de energía.

Cada *Exigencia* se desarrolla en un articulado que contiene los principios básicos y el objetivo perseguido.

El desarrollo técnico se confía a los llamados Documentos Básicos (DB), donde se establecen los procedimientos que hacen posible el cumplimiento del Código, incluyendo una serie de **valores límite de las prestaciones del edificio**.

En cuanto a la exigencia de ahorro de energía, se ha elaborado un DB con cinco capítulos, el primero de los cuales es el DB-HE-1: Limitación de demanda energética, cuyo contenido pasamos a examinar en sus puntos principales:

- »» **Objetivo:** *“Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos”.*
- »» **Campo de aplicación:** *“edificios de nueva construcción; rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se sustituya más del 25% del total de sus cerramientos”.*

»» **Procedimiento de verificación.** Hay dos opciones:

1. Opción simplificada, donde se comparan los valores U (antiguo coeficiente K) de transmitancia térmica de los diversos cerramientos que componen la envolvente, con los valores límite, $U_{m,}$ para la zona climatológica de que se trate. Aplicable siempre que *“el porcentaje de huecos de cada fachada sea inferior al 60% de su superficie”.* Asimismo, en relación a la superficie acristalada o envidrada, se hará la comprobación comparando con el Factor Solar modificado establecido como límite.
2. Opción *general*, donde se compara el edificio que se va a evaluar con un edificio de referencia. Este cálculo global requerirá modelización mediante soporte informático y estará restringido a edificios singulares.

»» **Zonificación:** se tiene en cuenta tanto la llamada severidad climática invernal como, y esto es novedoso respecto de la NBE –CT-79, la estival.

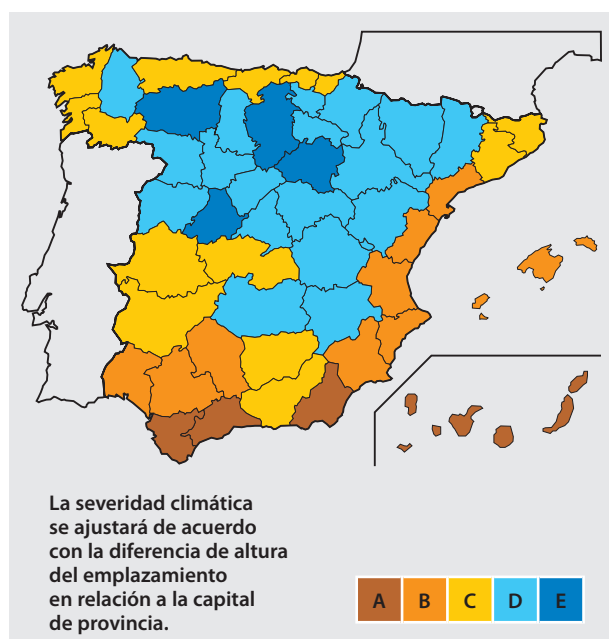
»» Limitación de las **condensaciones**, tanto superficiales como intersticiales: se evaluará el riesgo de condensaciones de acuerdo con nuevos criterios, como los de la norma europea UNE EN ISO 13788 (método Glaser – véase más adelante el capítulo sobre “Control de Condensaciones”).

»» Se tendrán en cuenta, en el cálculo del valor U medio ($U_{m,}$) de muros de fachada, los **puentes térmicos** con área mayor de 0.5 m², tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana. En el caso del frente de forjado se limitará la condensación superficial.

El CTE y el dimensionado del aislamiento térmico.

A continuación se precisa el **dimensionamiento** correcto del aislamiento térmico de suelos, consistente en planchas FLOORMATE*, en función de los valores $U_{m,}$ límites, consignados en la opción simplificada.

Diseño



Zona Invernal	Valores U_m límite [W/m ² K] para suelos
A	0.53
B	0.52
C	0.50
D	0.49
E	0.48

En el cálculo de los valores U_m anteriores:

- »» A diferencia de la antigua NBE-CT-79, se incluyen no sólo los suelos en contacto con el aire exterior, sino también todos los **suelos en contacto con espacios no habitables**, que, por tanto, también tendrán que ser aislados.
- »» A los **suelos en contacto con el terreno** también se les aplicarán los anteriores valores U límites, con lo que también deberán aislarse.

Finalmente, en la siguiente tabla se muestran los correspondientes **espesores mínimos** para cada zona invernal:

Zona Invernal	Espesor (cm) para suelos
A	5
B	5
C	5
D	5
E	6

Inercia térmica:

Para aprovechar al máximo la capacidad calorífica de la construcción se recomienda colocar las planchas FLOORMATE bajo solera (o bajo forjado, si es accesible para su instalación). Por sus características no sufrirán merma significativa en sus prestaciones térmicas -aunque estén en contacto con el terreno- y, en dicha posición, colaboran con toda la efectividad posible a la inercia térmica del edificio, estabilizando la temperatura interior ante los cambios térmicos exteriores y evitando el riesgo de condensación si hubiera alguna discontinuidad en el aislamiento del suelo (puente térmico).

Control de condensaciones

El método para predecir la aparición o ausencia de condensaciones se basa en la construcción de las gráficas de perfil de temperaturas y de presión de vapor (presión de saturación; presión efectiva) a través del cerramiento, el suelo en este caso.

El procedimiento de cálculo viene descrito en la norma UNE EN ISO 13788, basada a su vez en la norma alemana DIN 4108 (diagrama GLASER de presiones de vapor).

La información necesaria para la realización del cálculo es la siguiente:

- »» temperatura y condiciones higrométricas interiores y exteriores.
- »» espesor de cada capa del suelo.
- »» conductividad térmica (o resistencia, en su caso) de cada capa.
- »» resistividad a la difusión del vapor de agua (o resistencia, en su caso) de cada capa.

Utilizando esta información se obtiene el perfil de presión de vapor a través del suelo. Si la línea de presión efectiva alcanza a la de saturación, la condensación tendrá lugar en el suelo, y en el plano de condensación donde las gráficas son tangentes.

Diseño

Hay que resaltar que cuanto mayor sea la resistividad al vapor de agua de un material aislante, menor será el riesgo de condensación. Las planchas FLOORMATE presentan, como el resto de productos Styrofoam, la resistividad más elevada de los aislantes más habituales en construcción (factor $\mu = 80$ a 220, según tipo de plancha y espesor -más elevado cuanto menor sea el espesor-).

Si se prevé instalar una capa impermeable (por ejemplo, un lámina de polietileno de 0,1 mm), lo más adecuado para reducir al máximo el riesgo de condensaciones es colocarla por encima de las planchas FLOORMATE, es decir, en su cara caliente (en el suelo de una cámara frigorífica será al revés, por debajo, que es donde se encuentra obviamente la cara caliente del aislante). De esta forma el flujo de vapor (que va del interior al exterior -al revés en una cámara frigorífica-) es detenido, o más bien "retardado", en un plano en que se mantiene caliente y lejos del punto de rocío, con lo que no condensa.

Comportamiento ante cargas

Junto a los valores de resistencia a la compresión "a corto plazo", válidos para caracterizar los diferentes productos de poliestireno extruido (XPS) Styrofoam en cuanto a control de calidad y certificación, hay que considerar la fluencia o deformación "a largo plazo" bajo carga permanente.

En los métodos de ensayo y cálculo para determinar la fluencia (como UNE EN 1606) se admite una deformación máxima del 2% en un plazo de hasta 50 años.

En el caso de las planchas FLOORMATE, se asegura no sobrepasar tal deformación aplicando los valores máximos de carga constante indicados en la siguiente tabla:

Producto	Carga constante máx. para fluencia < 2% (UNE EN 1606)	Aplicación
FLOORMATE 200-A	0.6 kp/cm ² (60 kPa)	Suelos de uso doméstico
FLOORMATE 500-A	1.8 kp/cm ² (180 kPa)	Suelos de uso industrial, tráfico de vehículos ligeros
FLOORMATE 700-A	2.5 kp/cm ² (250 kPa)	Tráfico de vehículos pesados

En sus respectivas aplicaciones y gracias a sus elevadas cualidades mecánicas, los diversos tipos de planchas FLOORMATE permiten reducir los esfuerzos que soportará la capa flotante que sobre ellas se apoye, con lo que se pueden optimizar cantos y armados, ya sean de la capa de mortero para recibir un pavimento de uso doméstico (FLOORMATE 200-A), o de la losa de hormigón de un suelo de uso industrial, cámara frigorífica, cubierta "parking", etc. (FLOORMATE 500-A y FLOORMATE 700-A).

FLOORMATE, la solución STYROFOAM para suelos

- »» altamente resistente a compresión y, mediante los tres tipos de planchas FLOORMATE, adaptable a las diversas condiciones de carga.
- »» insensible a la humedad (mínima absorción de agua), lo que permite que esté en contacto con el terreno.
- »» elevada resistencia a la difusión del vapor (factor $\mu = 80$ a 220) de modo que, sin necesidad de barrera de vapor, anula el riesgo de condensaciones en la mayoría de los casos (una excepción a esto es, p.ej., una cámara frigorífica y más si es de congelación).
- »» excelente conductividad térmica declarada (a 10 °C): 0.031 kcal/h·m²·°C (0.035 W/m²·°C), para FLOORMATE 200-A. 0.032 kcal/h·m²·°C (0.036 W/m²·°C), para FLOORMATE 500-A y FLOORMATE 700-A.
- »» Euroclase E de reacción al fuego, según UNE EN 13501-1

Especificaciones

Para FLOORMATE 200-A:

M² aislamiento térmico de suelos de uso doméstico o comercial, mediante planchas rígidas de espuma de poliestireno extruido (XPS) FLOORMATE 200-A, de ____ mm de espesor, con una Conductividad Térmica declarada $\lambda_D = 0.035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$; Resistencia Térmica declarada $R_D = \text{____ m}^2\cdot\text{K/W}$; Clasificación de reacción al fuego Euroclase E, según la norma UNE EN 13501-1 y Código de Designación XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)200-DS(TH), de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE EN 13164.

Para FLOORMATE 500-A:

M² aislamiento térmico de suelos de uso industrial o con tráfico de vehículos ligeros, mediante planchas rígidas de espuma de poliestireno extruido (XPS) FLOORMATE 500-A, de ____ mm de espesor, con una Conductividad Térmica declarada $\lambda_D = 0.036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$; Resistencia Térmica declarada $R_D = \text{____ m}^2\cdot\text{K/W}$; Clasificación de reacción al fuego Euroclase E, según la norma UNE EN 13501-1 y Código de Designación XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)500-CC(2/1.5/50)180-WL(T)0.7-WD(V)3-FT2- DS(TH)-DLT(2)5, de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE EN 13164.

Para FLOORMATE 700-A:

M² aislamiento térmico de suelos de uso industrial especial o con tráfico de vehículos pesados, mediante planchas rígidas de espuma de poliestireno extruido (XPS) FLOORMATE 700-A, de ____ mm de espesor, con una Conductividad Térmica declarada $\lambda_D = 0.036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$; Resistencia Térmica declarada $R_D = \text{____ m}^2\cdot\text{K/W}$; Clasificación de reacción al fuego Euroclase E, según la norma UNE EN 13501-1 y Código de Designación XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)700-CC(2/1.5/50)250-WL(T)0.7-WD(V)3-FT2- DS(TH)-DLT(2)5, de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE EN 13164.

Instalación

Sobre forjado o solera (y bajo pavimento) (figuras 01, 02, 03, 04 y 05)

Las planchas FLOORMATE se colocan apoyadas directamente sobre el forjado o solera, sin necesidad de fijación alguna, a tope unas contra otras y a matajuntas. Puede ser preciso tender una cama de arena para la nivelación del piso, absorbiendo así las posibles canalizaciones horizontales (si el soporte es de suficiente regularidad, la cama de arena puede ir por encima de las planchas aislantes). En el caso de uso doméstico (con FLOORMATE 200-A), el embaldosado puede ir tomado directamente con mortero en un espesor mínimo de 40 mm o, si se trata de pavimentos ligeros o encolados, se recomienda entonces una capa de 30 mm armada como mínimo con un mallazo de 220 g/m².

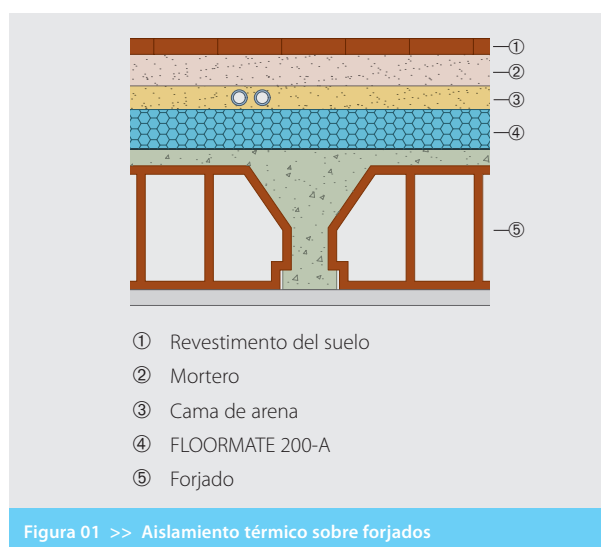


Figura 01 >> Aislamiento térmico sobre forjados

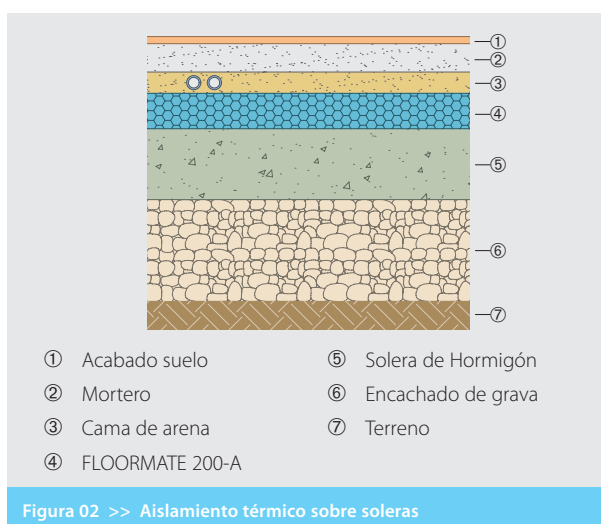


Figura 02 >> Aislamiento térmico sobre soleras

Instalación

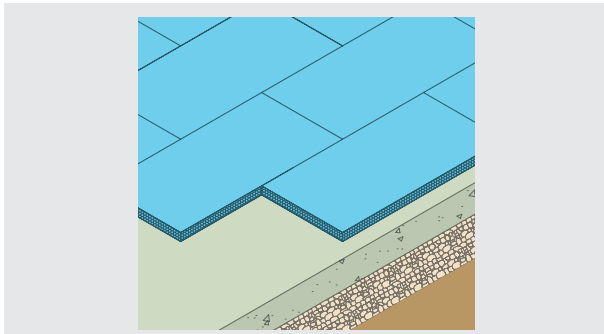


Figura 03

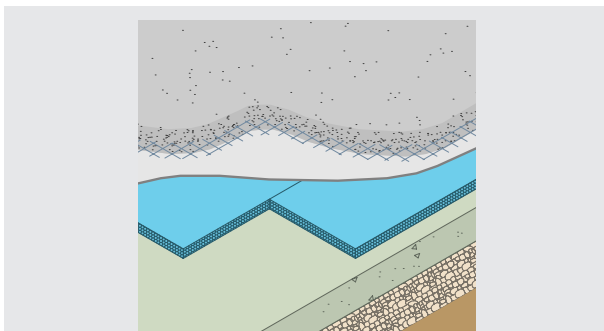


Figura 04

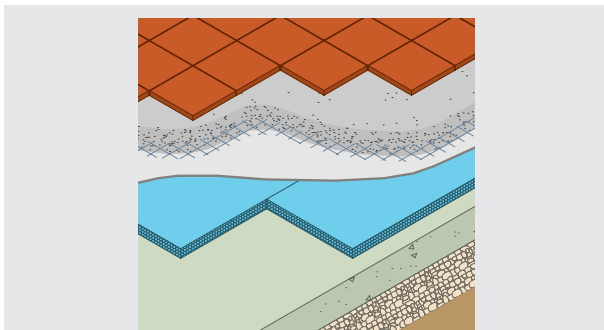


Figura 05

Sobre el terreno (y bajo solera)

(figuras 06, 07, 08 y 09)

El terreno estará bien compactado. Si hay encachado, se cuidará de proporcionar una superficie de apoyo regular y continua para las planchas FLOORMATE 200-A.

Si se dispone un film plástico como barrera impermeable, se recomienda colocarlo por encima de las planchas FLOORMATE 200-A, en su cara caliente.

Bajo forjado (figura 10)

Si bajo el forjado hay un sótano o espacio accesible donde sea factible trabajar, entonces las planchas FLOORMATE 200-A pueden ir fijadas mecánicamente (4 tacos o espigas plásticas por plancha).

Una alternativa es instalar las planchas WALLMATE IB-A, de superficie rugosa sin piel, aptas para ser pegadas con los cementos-cola habituales (para más información, consúltese la sección "Aislamiento térmico de cerramientos verticales y puentes térmicos"). También puede ser viable, si se trata de una cámara sanitaria de difícil o nula accesibilidad, dejar las planchas WALLMATE IB-A como fondo de encofrado, de modo que queden adheridas al hormigón de la losa de forjado (si es el caso) una vez fraguado (se puede reforzar dicha unión con espigas dejadas en espera en las planchas WALLMATE IB-A, con las puntas posteriormente embebidas en el hormigón vertido).

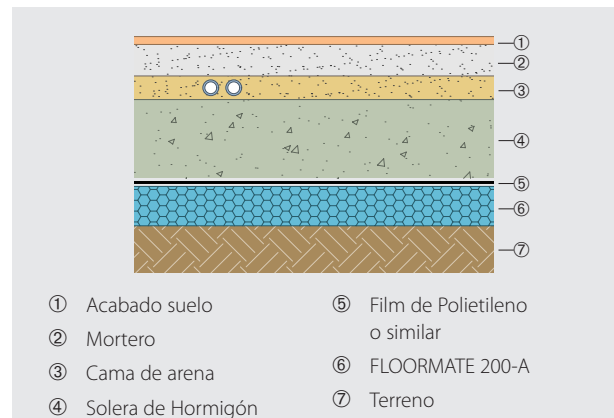


Figura 06 >> Aislamiento térmico bajo soleras

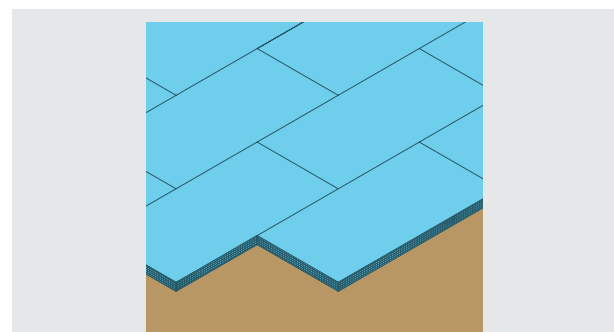


Figura 07

Instalación

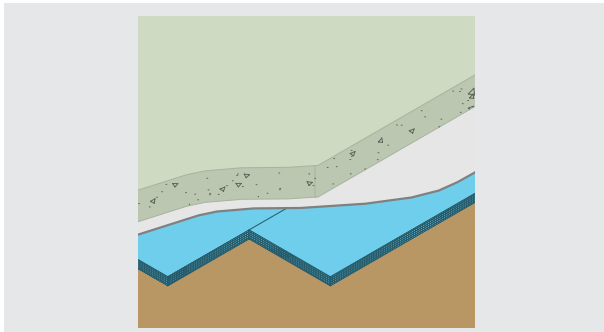


Figura 08

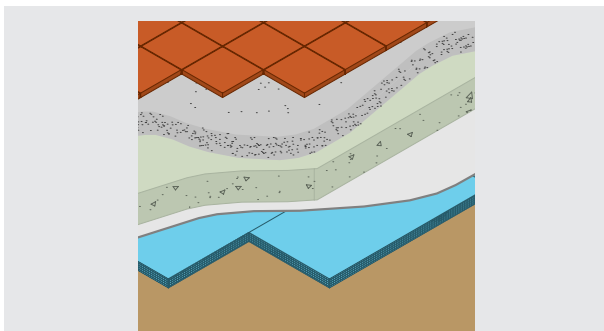
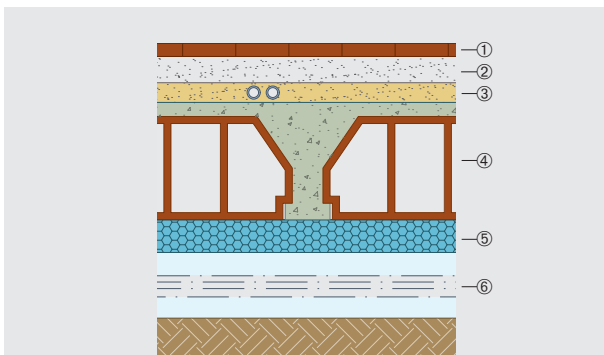


Figura 09



- | | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| ① Revestimiento del suelo | ⑤ FLOORMATE 200-A/
WALLMATE IB-A |
| ② Mortero | ⑥ Cámara de aire |
| ③ Cama de arena | |
| ④ Forjado | |

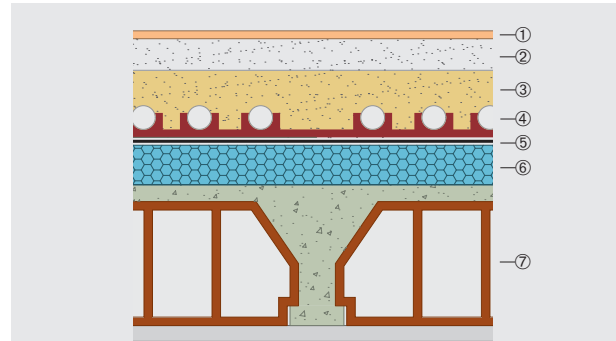
Figura 10 >> Aislamiento térmico bajo forjados sobre cámaras de aire

Otras aplicaciones

Suelos calefactados (figura 11)

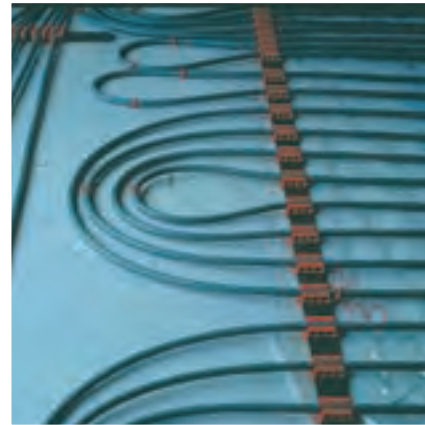
Se colocarán las planchas FLOORMATE 200-A bajo el sistema de calefacción, ya sea eléctrico o por agua caliente.

El pavimento calefactado formará junta - mediante trozos de FLOORMATE 200-A -, p.ej. en todos los encuentros con tabiques y cerramientos verticales.



- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| ① Acabado suelo | ⑤ Lámina de aluminio (opcional) |
| ② Mortero | ⑥ FLOORMATE 200-A |
| ③ Cama de arena | ⑦ Forjado |
| ④ Sistema de calefacción | |

Figura 11 >> En suelos calefactados

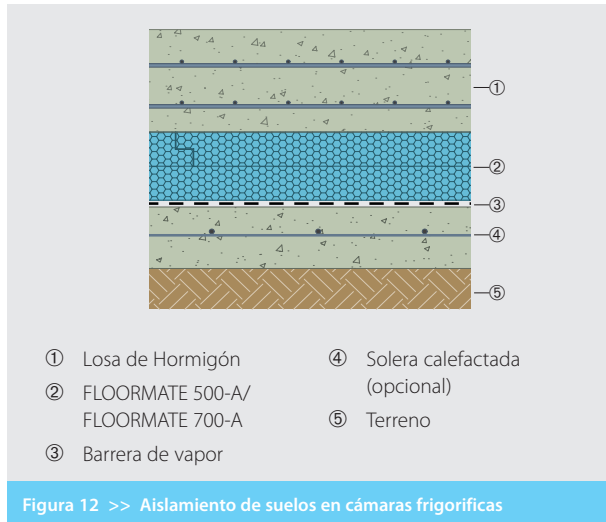


Cámaras frigoríficas (figura 12)

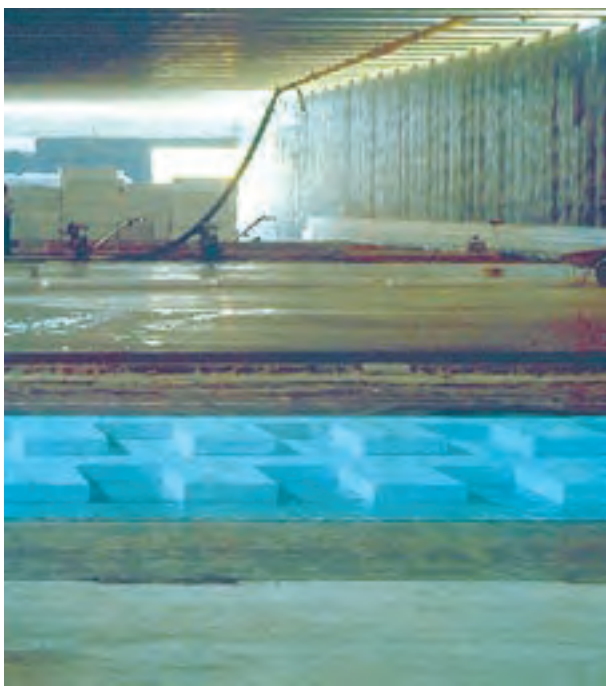
Dadas las elevadas cargas (tanto estáticas como dinámicas), se dispondrán las planchas de mayor resistencia, FLOORMATE 500-A o, eventualmente, FLOORMATE 700-A.

Instalación

Dado el fuerte gradiente de presiones de vapor -sobre todo si son cámaras de congelación-, previamente a la instalación del aislante, se instalará una barrera de vapor (para que así quede en la "cara caliente" del aislante).



A causa del gran espesor requerido, se suelen disponer dos capas contrapeadas de planchas aislantes FLOORMATE. La congelación del terreno bajo el suelo de la cámara puede llevar a prever la interposición entre aislante y terreno de una solera calefactada, o bien a prever una cámara de aire ventilada adecuadamente.



Suelos de naves industriales y cubiertas invertidas tipo "parking"

Debido a las fuertes sobrecargas, se hace necesario el uso de planchas aislantes de mayores prestaciones mecánicas que las habituales en cubierta invertida (ver sección específica). Se recomienda, por consiguiente, la instalación de planchas FLOORMATE 500-A o, eventualmente, FLOORMATE 700-A (según las condiciones de carga).





Normativa y certificación

Principales referencias normativas:

- »» Código Técnico de la Edificación - Documento Básico Habitabilidad, Ahorro de Energía (DB-HA)
- »» Directiva 2002/91/CE sobre eficiencia energética de la edificación
- »» Directiva 89/106/CE sobre productos de la construcción
- »» UNE EN 13164:2002. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS) Especificación.

Mercado CE:

Conformidad a norma UNE EN 13164: 2002 para todos los productos de XPS fabricados por Dow en Europa.

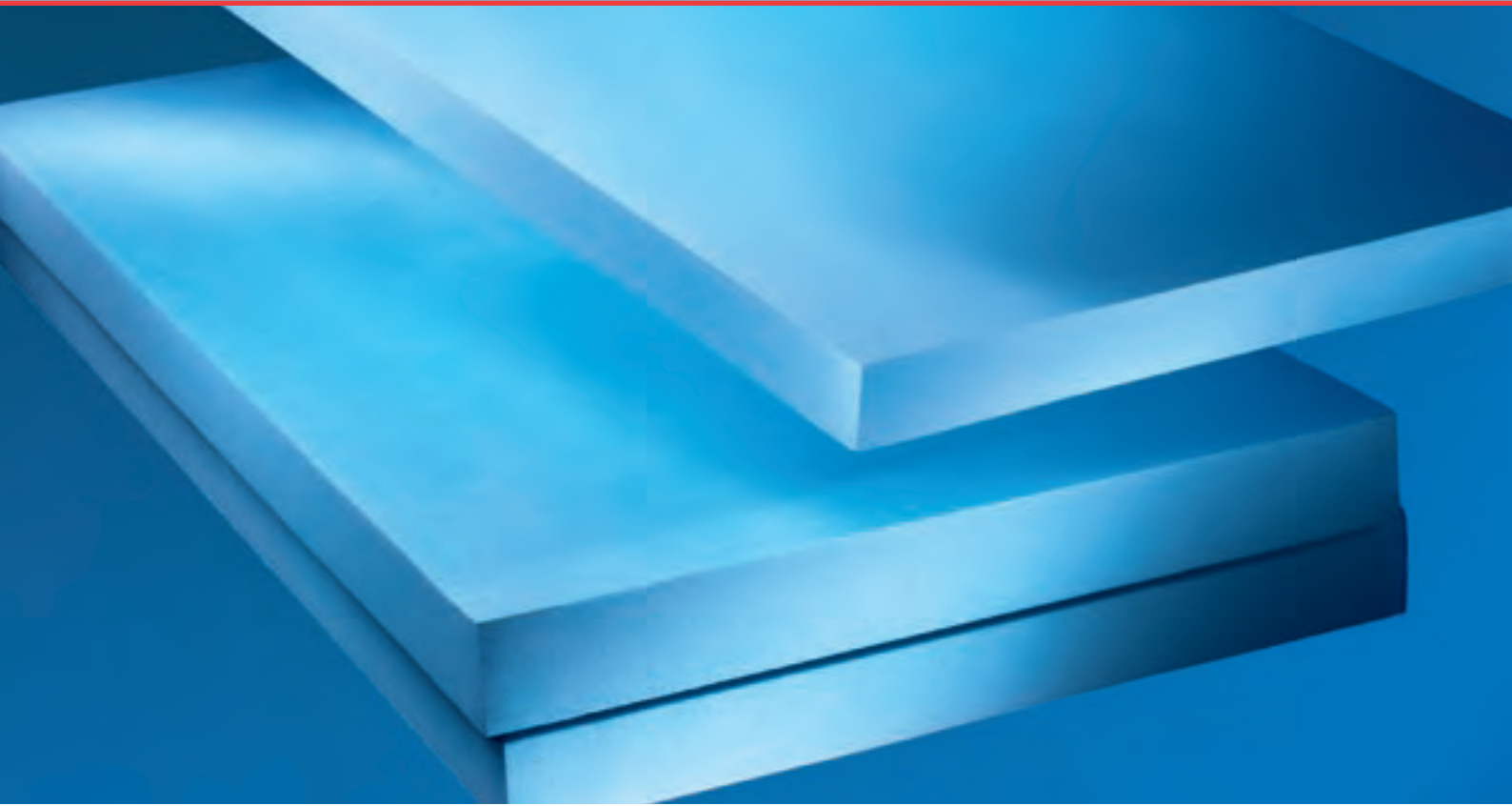
Certificado de producto:

Certificación voluntaria: Marca AENOR concedida a ROOFMATE PT-A, según UNE EN 13164: 2002

Gestión de la Calidad:

Registro AENOR de empresa según UNE EN ISO 9001:2000 concedido a la planta de fabricación de poliestireno extruido (XPS) de Dow en Erandio (Vizcaya).

Soluciones STYROFOAM



Hojas técnicas

Conforme a las
nuevas disposiciones
medioambientales y
nuevas normas armonizadas
europeas

Introducción

Esta sección ofrece una descripción técnica e información sobre las prestaciones de las planchas de aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS) STYROFOAM.

Las planchas de poliestireno extruido STYROFOAM, en característico color azul, están diseñadas para proporcionar aislamiento térmico en una variedad de aplicaciones en edificios tanto residenciales, como terciarios e industriales.

Hay diversos tipos de planchas STYROFOAM específicas para cada aplicación:

- »» FLOORMATE, para suelos.
- »» WALLMATE, para cerramientos verticales.
- »» ROOFMATE, para cubiertas planas e inclinadas.

Descripción técnica

Composición con mínimo impacto medioambiental

Desde el 1 de enero de 2002 la fabricación de aislamiento de poliestireno extruido (XPS) debe hacerse en Europa sin hidroclorofluorocarbonos, según la Directiva Europea 2037/2000. Sin embargo, los productos de la gama STYROFOAM ya eran conformes a la directiva con anterioridad a dicha fecha, tras haber efectuado grandes inversiones en investigación a lo largo de los últimos años, e incluso más recientemente, en nueva tecnología de fabricación.

Nuestra solución usa dióxido de carbono reciclado —el método con menor impacto medioambiental de los hoy disponibles. Y, además, permite que cualquier edificio proyectado desde 2002 en adelante pueda ser precisamente calculado y construido de acuerdo a la legislación vigente.

Aún más, con STYROFOAM se cuenta con todas las prestaciones ya familiares ofrecidas por la marca mundial líder en XPS, a saber, su excelente comportamiento térmico a largo plazo, su elevada resistencia a la humedad y su elevada resistencia a compresión. Dichas prestaciones se pueden obtener de toda la gama de soluciones STYROFOAM:

ROOFMATE, WALLMATE y FLOORMATE.

Para más información, visite nuestra página web o llame a nuestro Servicio de Proyectos.

Descripción técnica

Características superficiales

Las planchas STYROFOAM de Dow se presentan con un característico color azul. La superficie, en ambas caras de la plancha, suele ser lisa, con piel de espumación, excepto en los casos de STYROFOAM IB-A y ROOFMATE LG-X, (véanse descripciones específicas de estos productos).

Marcado CÉ

El 13 de mayo de 2003 acabó el período de coexistencia establecido por la Comisión Europea en relación a las antiguas normas nacionales de ensayos y especificaciones técnicas de productos de aislamiento térmico y las nuevas normas armonizadas europeas. Esto significa que a partir de tal fecha los Estados Miembros no pueden requerir ni ensayos adicionales basados en las antiguas normas nacionales ni hacer referencia a especificaciones técnicas de dichas normas nacionales. En consecuencia, cualquier certificación de producto deberá basarse en las normas armonizadas, como ya ocurre en España con AENOR.

La nueva norma de especificaciones técnicas del poliestireno extruido XPS (dentro de esa categoría, los productos de XPS fabricados por Dow) es, como consecuencia, la UNE EN 13164, transposición a la normativa española de la norma armonizada europea EN 13164, la cual sustituye a la antigua norma nacional UNE 92115.

Prestaciones

Mecánicas

Hay disponibles planchas STYROFOAM en una variedad de resistencias a compresión para satisfacer las diversas situaciones de carga, desde vivienda hasta usos industriales.

Comportamiento en caso de incendio

Las planchas STYROFOAM contienen un aditivo que retarda la inflamabilidad a fin de inhibir la ignición accidental proveniente de una pequeña fuente de fuego, pero las planchas son combustibles y pueden quemarse rápidamente si se exponen a fuego intenso. Todas las clasificaciones en relación con el fuego (como la española, recogida en UNE EN 13501-1) se basan en ensayos realizados a pequeña escala y puede ser que no reflejen la reacción del material bajo condiciones de fuego reales.

Comportamiento ante temperaturas elevadas

Las planchas STYROFOAM sufren cambios dimensionales irreversibles si quedan expuestas durante largo rato a temperaturas altas. La temperatura máxima de trabajo, en servicio permanente, es de 75 °C.

Resistencia a la humedad

Las planchas STYROFOAM son altamente resistente a la absorción de agua y su capilaridad es nula. Las planchas STYROFOAM son muy resistentes a la difusión del vapor de agua y no se ven afectadas por ciclos repetidos de congelación-descongelación.

Resistencia biológica

En las planchas STYROFOAM no se desarrolla el moho. No tienen valor nutritivo para roedores, insectos, etc.

Resistencia química

Las planchas STYROFOAM, en contacto directo con sustancias o materiales que contengan componentes volátiles, se encuentran expuestas al ataque por disolventes. Al seleccionar un adhesivo, deberán tenerse en cuenta las recomendaciones del fabricante con respecto a la idoneidad del mismo para su utilización con espuma de poliestireno.

Resistencia a la intemperie y a la luz solar. Almacenamiento

Las planchas STYROFOAM pueden almacenarse al aire libre. No se ven afectadas por lluvia, nieve o hielo. La suciedad acumulada puede lavarse fácilmente. Si las planchas se almacenan durante un período largo de tiempo, deben protegerse de la luz solar directa, preferiblemente en su empaquetado original.

Durabilidad

Adecuadamente instaladas, se estima como vida de servicio de las planchas STYROFOAM la del resto de la construcción o estructura edilicia en que se integren. Dependiendo del sistema de instalación original, puede ser factible la reutilización de las planchas.

Gestión de residuos

STYROFOAM puede ser:

- »» reciclado mecánicamente,
- »» reciclado químicamente,
- »» usado como relleno en terrenos (no presenta ningún efecto contaminante),
- »» incinerado bajo control para recuperar el contenido energético.

FLOORMATE

Datos técnicos

Propiedad	Norma	Código de designación según UNE EN 13164 (f)	FLOORMATE 200-A	FLOORMATE 500-A	FLOORMATE 700-A	Unidad
Longitud	UNE EN 822	-	1200	1250	1250	mm
Anchura	UNE EN 822	-	600	600	600	mm
Espesores (a)	UNE EN 823	Ti (tolerancia espesor)	30, 40, 50	40, 50	40, 50	mm
Superficie	-	-	Lisa, con piel	Lisa, con piel	Lisa, con piel	-
Corte perimetral	-	-	Recto	Media madera	Media madera	-
Densidad mínima	UNE EN 1602	-	30	38	45	kg/m ³
Aplicaciones	-	-	Suelos domésticos	Suelos industriales	Suelos industriales	-

Prestaciones

Propiedad	Norma	Código de designación según UNE EN 13164 (f)	FLOORMATE 200-A	FLOORMATE 500-A	FLOORMATE 700-A	Unidad
Conductividad térmica (b)	UNE EN 12667	-	0,035 (0,030)	0,036 (0,031)	0,036 (0,031)	W/mK (kcal/hm ² °C)
Resistencia mínima a compresión (c)	UNE EN 826	CS(10\Y)i	200 (2,0)	500 (5,0)	700 (7,0)	kPa (kp/cm ²)
Resistencia a compresión para fluencia máx. 2% (d)	UNE EN 1606	CC(2/1,5/50)i	60 (0,6)	180 (1,8)	250 (2,5)	kPa (kp/cm ²)
Capilaridad	-	-	Nula	Nula	Nula	-
Absorción de agua por inmersión a largo plazo	UNE EN 12087	WL(T)i	<0,7	<0,7	<0,7	% vol.
Absorción de agua por difusión a largo plazo	UNE EN 12088	WD(V)i	<3	<3	<3	% vol.
Absorción de agua por ciclos hielo-deshielo	UNE EN 12091	FTi	-	<1	<1	% vol.
Factor μ de resistividad a la difusión del vapor de agua (e)	UNE EN 12086	-	80 - 180	150 - 220	150 - 220	-
Reacción al fuego	UNE EN 13501-1	Euroclase	E	E	E	-
Temperatura máx. de servicio	-	-	75	75	75	°C
Coefficiente lineal de dilatación térmica	-	-	0,07	0,07	0,07	mm/m°C

(a) Para otros espesores, consúltese a Dow.

(b) Valor declarado según UNE EN 13164, siguiendo los criterios estadísticos 90/90 (90% de la producción, 90% de nivel de confianza) y de redondeo allí expresados.

(c) Ensayo a corto plazo; valor cuando se alcanza el límite de rotura o el 10% de deformación.

(d) Fluencia; deformación a largo plazo bajo carga permanente.

(e) En productos con piel de extrusión depende del espesor: decrece a medida que aumenta el espesor.

(f) Norma europea armonizada de aislamiento térmico de poliestireno extruido. Es la base del marcado CE y la Certificación de Producto AENOR. Se indican los códigos de designación para algunas propiedades. En la norma de producto UNE EN 13164 se especifican los valores "i", que dan lugar a los diversos "niveles", para una determinada propiedad, de acuerdo con dicha norma de producto.

Prestaciones térmicas: R_d (resistencia térmica declarada) = e (espesor) / λ_d (conductividad térmica declarada)

e	30	40	50	mm
Rd (FLOORMATE 200-A)	0,85	1,15	1,40	m ² -K/W
Rd (FLOORMATE 500-A y FLOORMATE 700-A)	-	1,10	1,35	m ² -K/W

Conformidad a norma UNE EN 13164 y certificación de producto: Todos los productos cuentan con el Marcado CE. Además cuentan con la Certificación voluntaria de producto AENOR (Marca AENOR) los siguientes productos fabricados en la factoría de Dow en Vizcaya: ROOFMATE SL-A, ROOFMATE PT-A, WALLMATE CW-A, WALLMATE PM-A, STYROFOAM IB-A y FLOORMATE 200-A.

WALLMATE

Datos técnicos

Propiedad	Norma	Código de designación según UNE EN 13164 (f)	WALLMATE CW-A	WALLMATE PM-A	STYROFOAM IB-A	Unidad
Longitud	UNE EN 822	-	2600	1250 (longitud efectiva)	1250	mm
Anchura	UNE EN 822	-	600	600	600	mm
Espesores (a)	UNE EN 823	Ti (tolerancia espesor)	30, 40, 50, 60	30, 40, 50	30, 40, 50	mm
Superficie	-	-	Lisa, con piel	Lisa, con piel	Rugosa, punzonada, ranurada	-
Corte perimetral	-	-	Machihembrado	machihembrado en bordes longitudinales y media madera en transversales	Recto	-
Densidad mínima	UNE EN 1602	-	30	30	30	kg/m ³
Aplicaciones	-	-	Pared, en cámara	Pared, en cámara	Pared, por el interior; puentes térmicos	-

Prestaciones

Propiedad	Norma	Código de designación según UNE EN 13164 (f)	WALLMATE CW-A WALLMATE PM-A	STYROFOAM IB-A	Unidad
Conductividad térmica (b)	UNE EN 12667	-	0,035 (0,030)	0,035 (0,030)	W/mK (kcal/hm°C)
Resistencia mínima a compresión (c)	UNE EN 826	CS(10\Y)i	200 (2,0)	200 (2,0)	kPa (kp/cm ²)
Resistencia a compresión para fluencia máx. 2% (d)	UNE EN 1606	CC(2/1,5/50)i	-	-	kPa (kp/cm ²)
Capilaridad	-	-	Nula	Nula	-
Absorción de agua por inmersión a largo plazo	UNE EN 12087	WL(T)i	<0,7	<1,5	% vol.
Absorción de agua por difusión a largo plazo	UNE EN 12088	WD(V)i	-	-	% vol.
Absorción de agua por ciclos hielo-deshielo	UNE EN 12091	FTi	-	-	% vol.
Factor μ de resistividad a la difusión del vapor de agua (e)	UNE EN 12086	-	80 - 180	80	-
Reacción al fuego	UNE EN 13501-1	Euroclase	E	E	-
Temperatura máx. de servicio	-	-	75	75	°C
Coefficiente lineal de dilatación térmica	-	-	0,07	0,07	mm/m°C

- (a) Para otros espesores, consúltese a Dow.
 (b) Valor declarado según UNE EN 13164, siguiendo los criterios estadísticos 90/90 (90% de la producción, 90% de nivel de confianza) y de redondeo allí expresados.
 (c) Ensayo a corto plazo; valor cuando se alcanza el límite de rotura o el 10% de deformación.
 (d) Fluencia; deformación a largo plazo bajo carga permanente.
 (e) En productos con piel de extrusión depende del espesor: decrece a medida que aumenta el espesor.

- (f) Norma europea armonizada de aislamiento térmico de poliestireno extruido. Es la base del marcado CE y la Certificación de Producto AENOR. Se indican los códigos de designación para algunas propiedades. En la norma de producto UNE EN 13164 se especifican los valores "i", que dan lugar a los diversos "niveles", para una determinada propiedad, de acuerdo con dicha norma de producto.

Prestaciones térmicas: R_d (resistencia térmica declarada) = e (espesor) / λ_d (conductividad térmica declarada)

e	30	40	50	60	mm
R_d	0,85	1,15	1,40	1,70	m ² ·K/W

Conformidad a norma UNE EN 13164 y certificación de producto: Todos los productos cuentan con el Marcado CE. Además cuentan con la Certificación voluntaria de producto AENOR (Marca AENOR) los siguientes productos fabricados en la factoría de Dow en Vizcaya: ROOFMATE SL-A, ROOFMATE PT-A, WALLMATE CW-A, WALLMATE PM-A, STYROFOAM IB-A y FLOORMATE 200-A.

ROOFMATE

Datos técnicos

Propiedad	Norma	Código de designación según UNE EN 13164 (f)	ROOFMATE SL-A	ROOFMATE LG-X	ROOFMATE PT-A	Unidad
Longitud	UNE EN 822	-	1250	1200	2000	mm
Anchura	UNE EN 822	-	600	600	600	mm
Espesores (a)	UNE EN 823	Ti (tolerancia espesor)	30, 40, 50, 60, 80	50 + 10	35, 40, 50, 60	mm
Superficie	-	-	Lisa, con piel	Con mortero	Lisa, acanalada	-
Corte perimetral	-	-	Media madera	Machihembrado / recto	Media madera	-
Densidad mínima	UNE EN 1602	-	35	32	35	kg/m ³
Aplicaciones	-	-	Cubierta invertida	Cubierta invertida ligera	Cubierta inclinada, bajo teja	-

Prestaciones

Propiedad	Norma	Código de designación según UNE EN 13164 (f)	ROOFMATE SL-A	ROOFMATE LG-X	ROOFMATE PT-A	Unidad
Conductividad térmica (b)	UNE EN 12667	-	0,035 (0,030)	0,029 (0,025)	0,035 (0,030)	W/mK (kcal/hm ² °C)
Resistencia mínima a compresión (c)	UNE EN 826	CS(10\Y)i	300 (3,0)	300 (3,0)	300 (3,0)	kPa (kp/cm ²)
Resistencia a compresión para fluencia máx. 2% (d)	UNE EN 1606	CC(2/1,5/50)i	130 (1,3)	100 (1,0)	130 (1,3)	kPa (kp/cm ²)
Capilaridad	-	-	Nula	Nula	Nula	-
Absorción de agua por inmersión a largo plazo	UNE EN 12087	WL(T)i	<0,7	<0,7	<0,7	% vol.
Absorción de agua por difusión a largo plazo	UNE EN 12088	WD(V)i	<3	<3	<3	% vol.
Absorción de agua por ciclos hielo-deshielo	UNE EN 12091	FTi	<1	<1	<1	% vol.
Factor μ de resistividad a la difusión del vapor de agua (e)	UNE EN 12086	-	100 - 200	100 - 160	100 - 200	-
Reacción al fuego	UNE EN 13501-1	Euroclase	E	E	E	-
Temperatura máx. de servicio	-	-	75	75	75	°C
Coefficiente lineal de dilatación térmica	-	-	0,07	0,07	0,07	mm/m°C

- (a) Para otros espesores, consúltese a Dow.
 (b) Valor declarado según UNE EN 13164, siguiendo los criterios estadísticos 90/90 (90% de la producción, 90% de nivel de confianza) y de redondeo allí expresados.
 (c) Ensayo a corto plazo; valor cuando se alcanza el límite de rotura o el 10% de deformación.
 (d) Fluencia; deformación a largo plazo bajo carga permanente.
 (e) En productos con piel de extrusión depende del espesor: decrece a medida que aumenta el espesor.

- (f) Norma europea armonizada de aislamiento térmico de poliestireno extruido. Es la base del marcado CE y la Certificación de Producto AENOR. Se indican los códigos de designación para algunas propiedades. En la norma de producto UNE EN 13164 se especifican los valores "i", que dan lugar a los diversos "niveles", para una determinada propiedad, de acuerdo con dicha norma de producto.

Prestaciones térmicas: R_d (resistencia térmica declarada) = e (espesor) / λ_d (conductividad térmica declarada)

e	30	40	50	60	80	mm
Rd (ROOFMATE SL-A y ROOFMATE PT-A)	0,85	1,15	1,40	1,70	2,30	m ² -K/W
Rd (ROOFMATE LG-X)	-	-	1,70	2,10	2,75	m ² -K/W

Conformidad a norma UNE EN 13164 y certificación de producto: Todos los productos cuentan con el Marcado CE. Además cuentan con la Certificación voluntaria de producto AENOR (Marca AENOR) los siguientes productos fabricados en la factoría de Dow en Vizcaya: ROOFMATE SL-A, ROOFMATE PT-A, WALLMATE CW-A, WALLMATE PM-A, STYROFOAM IB-A y FLOORMATE 200-A.

Soluciones STYROFOAM



Obras de referencia

Conforme a las
nuevas disposiciones
medioambientales y
nuevas normas armonizadas
europeas

Obras de referencia en España



Kursaal - S. Sebastian



Museo Guggenheim - Bilbao



Hospital Marina - Cartagena



Palau Sant Jordi - Barcelona

Obras de referencia en Europa



Sony Center - Berlin - Alemania



Aeropuerto - Atenas - Grecia



Centro Cultural - Lisboa - Portugal



Hotel Vetta - Portofino - Italia

Precauciones de uso

Las planchas STYROFOAM sufren cambios dimensionales irreversibles si quedan expuestas durante largo rato a temperaturas altas. La temperatura máxima de trabajo, en servicio permanente, es de 75 °C.

Las planchas STYROFOAM, en contacto directo con sustancias o materiales que contengan componentes volátiles, se encuentran expuestas al ataque por disolventes. Al seleccionar un adhesivo, deberán tenerse en cuenta las recomendaciones del fabricante con respecto a la idoneidad del mismo para su utilización con espuma de poliestireno.

Las planchas STYROFOAM pueden almacenarse al aire libre. No se ven afectadas por lluvia, nieve o hielo. La suciedad acumulada puede lavarse fácilmente. Si las planchas se almacenan durante un período largo de tiempo, deben protegerse de la luz solar directa, preferiblemente en su empaquetado original.

Las planchas STYROFOAM contienen un aditivo que retarda la inflamabilidad a fin de inhibir la ignición accidental proveniente de una pequeña fuente de fuego, pero las planchas son combustibles y pueden quemarse rápidamente si se exponen a fuego intenso. Todas las clasificaciones en relación con el fuego se basan en ensayos realizados a pequeña escala y puede ser que no reflejen la reacción del material bajo condiciones de fuego reales.

Nota

La información y datos aquí contenidos no constituyen especificaciones de venta. Las propiedades reseñadas pueden cambiar sin previo aviso. Este documento no implica aceptación de responsabilidad o garantía respecto a las prestaciones de los productos. Es responsabilidad del comprador determinar la idoneidad de los productos respecto a su uso y asegurar que tanto las instalaciones como los métodos para su utilización y disposición son conformes a la legislación vigente. Este documento no confiere ni garantiza la libre explotación de patentes o cualesquiera otros derechos de propiedad industrial o intelectual.

Soluciones STYROFOAM



Presentación

Conforme a las
nuevas disposiciones
medioambientales y
nuevas normas armonizadas
europeas

The Dow Chemical Company

Dow es una sociedad líder basada en la ciencia y en la tecnología, que ofrece productos químicos, plásticos y productos agrícolas innovadores, así como servicios, a numerosos mercados de consumo esenciales.

Con unas ventas anuales superiores a 40.000 millones de US\$, Dow presta servicio a clientes de 175 países y a una amplia variedad de mercados esenciales para el progreso humano, como los de alimentación, transporte, salud y medicina, cosméticos y limpieza doméstica, edificación y construcción, entre otros. Dow y sus 43.000 empleados se han comprometido con el Desarrollo Sostenible y buscan el equilibrio de sus responsabilidades económicas, ambientales y sociales.

Dow Chemical Ibérica SL

Dow Chemical Ibérica fue fundada en Bilbao en 1960 y es una de las principales empresas químicas de nuestro país. En España tiene tres instalaciones de producción en Tarragona, Bilbao y Ribaforada (Navarra), donde se fabrica principalmente etileno, polietileno de alta y baja densidad, polioles, poliestireno y poliestireno extruido marca STYROFOAM™, y sistemas de poliuretanos. En su oficina comercial y sede social en Madrid, se encuentra el Centro de Servicio al Cliente. Dow Ibérica cuenta además con una planta de MDI y otra de fabricación de STYROFOAM en Estarreja, Portugal.

Dow y el aislamiento térmico de espuma de poliestireno extruido (XPS): STYROFOAM

Uno de los productos más conocidos de Dow es la espuma de poliestireno extruido (XPS), de aplicación en construcción por sus excelentes propiedades como aislamiento térmico. El Plan STYROFOAM recoge la gama de todos los productos de aislamiento térmico, identificados también mediante marcas acordes con las aplicaciones específicas (ROOFMATE™, WALLMATE™, FLOORMATE™, etc.).

Los productos de aislamiento térmico de espuma de poliestireno extruido STYROFOAM se presentan como planchas rígidas con estructura de célula cerrada y característico color azul y se caracterizan por las siguientes propiedades:

- »» excelentes prestaciones térmicas a corto y largo plazo.
- »» elevada resistencia mecánica, a corto y largo plazo (fluencia).
- »» insensibilidad a la humedad, a corto y largo plazo.
- »» durabilidad de todas sus propiedades: "Hecho para durar".
- »» capilaridad nula.
- »» imputrescibles.
- »» alta resistividad a la difusión del vapor de agua.
- »» reacción al fuego: Euroclase E.
- »» fáciles de trabajar y cortar.
- »» seguros en la manipulación.

Breve historia de STYROFOAM

La historia de STYROFOAM y, con ello, del XPS, comienza en 1941, año en que investigadores de Dow lo desarrollaron a petición de la marina norteamericana, que buscaba un material de flotación adecuado para balsas de salvamento y boyas de señalización. Esto ya da una idea del magnífico comportamiento del XPS frente al agua. De hecho, su uso como boyas en pantalanes de todo tipo de puertos deportivos se ha venido practicando con éxito en los EE.UU. y Canadá desde finales de la Segunda Guerra Mundial. También al acabar la S.G.M. se buscaron otras aplicaciones para la espuma de XPS, y durante los años 50 se vio la progresiva implantación en el mercado estadounidense, como aislamiento térmico, de las planchas de espuma de poliestireno extruido de característico color azul, ya entonces denominada STYROFOAM. Como ejemplo, el sistema de cubierta "invertida", que revolucionó la construcción de la cubierta plana. Hoy en día Dow tiene en Europa 12 plantas de fabricación de espuma de XPS STYROFOAM. La planta de Bilbao arrancó en 1984, siendo la primera planta de XPS en España, en donde, de todos modos, se habían estado comercializando productos de la gama STYROFOAM desde finales de los 70.

STYROFOAM y el desarrollo de nuevos productos

En un esfuerzo por atender necesidades específicas y locales del mundo de la construcción, el departamento de productos para la construcción de Dow ha venido desarrollando productos que se adaptaran a cada aplicación concreta. Incluso, dadas las peculiaridades de la construcción en los diversos países europeos, se han desarrollado productos "nacionales". Ejemplo de esto pueden ser las diversas planchas de XPS para los diversos sistemas de cubierta inclinada presentes en la construcción europea.

Certificación de calidad

Las planchas de la gama STYROFOAM cuentan con el aval de las diversas certificaciones de calidad, Agréments y homologaciones concedidas en todos los Estados europeos. En España, INCE y AENOR vienen concediendo su Sello INCE y Marca AENOR, respectivamente, a los productos STYROFOAM fabricados en la factoría de Dow en Bilbao desde hace más de 14 años, en el caso de INCE, y desde la implantación de la Marca, en el caso de AENOR (véase folletos y hojas técnicas específicos para detalles sobre certificados concretos).

METAL PANEL S. DE R.L. DE C.V.

LE OFRECE UN EXCELENTE SERVICIO PARA APOYARLO DESDE EL MOMENTO DEL ANTEPROYECTO Y HASTA LA INSTALACIÓN EN CAMPO, YA QUE CONTAMOS CON LA INFRAESTRUCTURA Y PERSONAL ALTAMENTE CAPACITADO, GARANTIZADO CON ESTO SU COMPLETA SATISFACCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE NUESTROS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.



Copyright © 2016 Metal Panel S. de R.L. de C.V.
Todos los Derechos Reservados.