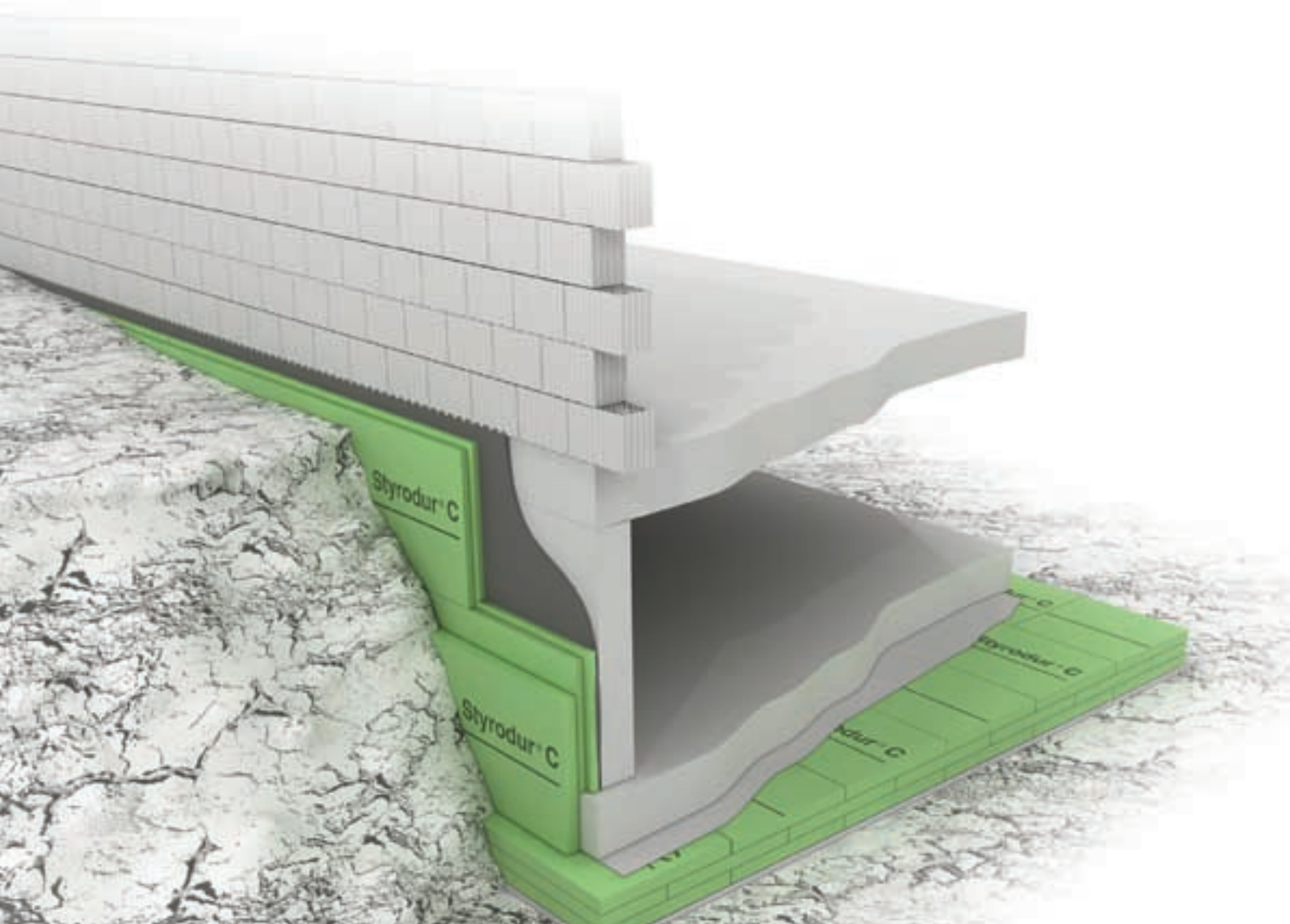


Aislamiento perimetral



1	Aislamiento térmico Styrodur® C	3
2	Aislamiento perimetral	4
3	Ventajas del aislamiento perimetral	5
3.1	Motivos para decidirse a favor del sótano	6
4	Aplicaciones	6
4.1	Capa de aislamiento térmico	7
4.2	Aislamiento perimetral en paredes	7
4.3	Entradas/Salidas	8
4.4	Aislamiento de zócalos	9
4.5	Ajuste del revestimiento	10
4.6	Aislamiento perimetral en suelos	11
4.7	Aislamiento perimetral en construcciones estáticas	12
4.8	Drenaje	14
4.9	Aislamiento perimetral con aguas estancadas	14
4.10	Rellenado de zanjas de cimentación	15
4.11	Rehabilitación energética en el perímetro: Protección contra las heladas	15
4.12	Casa pasiva	15
5	Ayudas a la construcción	16
5.1	Dimensionamiento técnico térmico	16
5.2	Dimensionamiento técnico contra la humedad	18
5.3	Elección de tipos según la profundidad	18
6	Datos técnicos Styrodur C	19



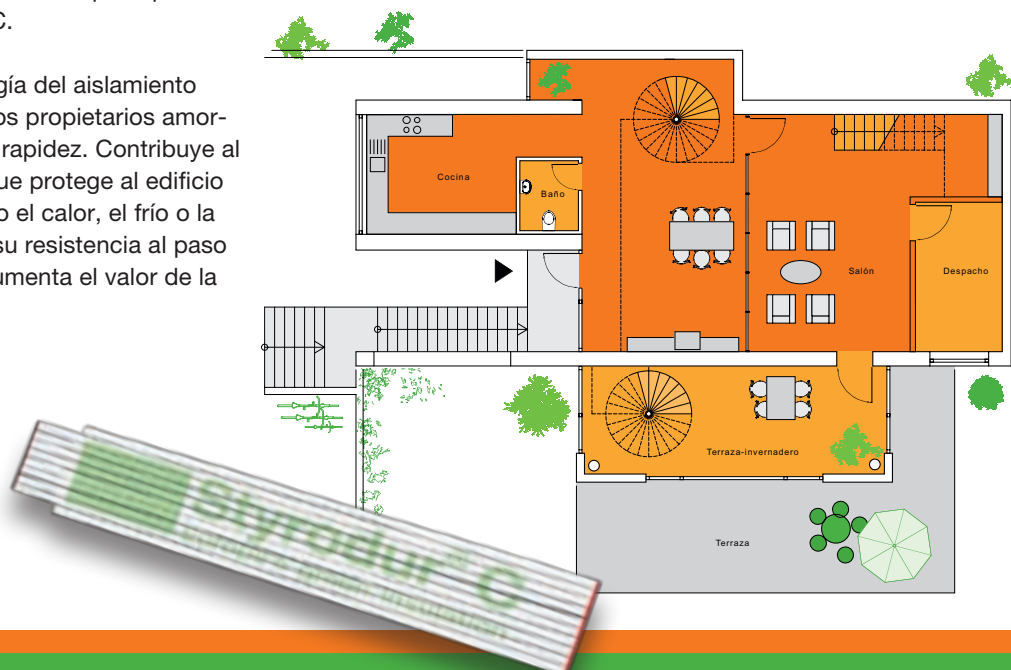
1. Aislamiento térmico Styrodur® C

Styrodur® C es el poliestireno extruido ecológico de BASF. No contiene CFC, HCFC ni HFC, y contribuye de forma significativa a la reducción de emisiones de CO₂.

Gracias a su gran resistencia a la compresión, mínima absorción de agua, resistencia al paso del tiempo e imputrescibilidad Styrodur C se ha convertido en sinónimo de XPS en Europa. La resistencia a la compresión es la característica diferenciadora principal de los diferentes tipos de Styrodur C.

Gracias al ahorro de energía del aislamiento térmico con Styrodur C, los propietarios amortizarán su instalación con rapidez. Contribuye al confort térmico a la vez que protege al edificio de agentes externos como el calor, el frío o la humedad. Esto aumenta su resistencia al paso del tiempo a la vez que aumenta el valor de la vivienda.

Styrodur C está fabricado conforme a las exigencias de la Norma europea DIN EN 13 164 y se incluye en la Clase europea E conforme a la norma DIN EN 13501-1. Certificado por el Instituto alemán de investigación de aislamiento térmico (Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V.) y registrado en el Instituto alemán de Construcción con nº Z- 23.15-1481.



2. Aislamiento perimetral

Como aislamiento perimetral se conoce el aislamiento térmico exterior de superficies en contacto con el terreno, como por ejemplo paredes de sótanos (**fig. 1**) y suelos de sótanos (**fig. 2**).

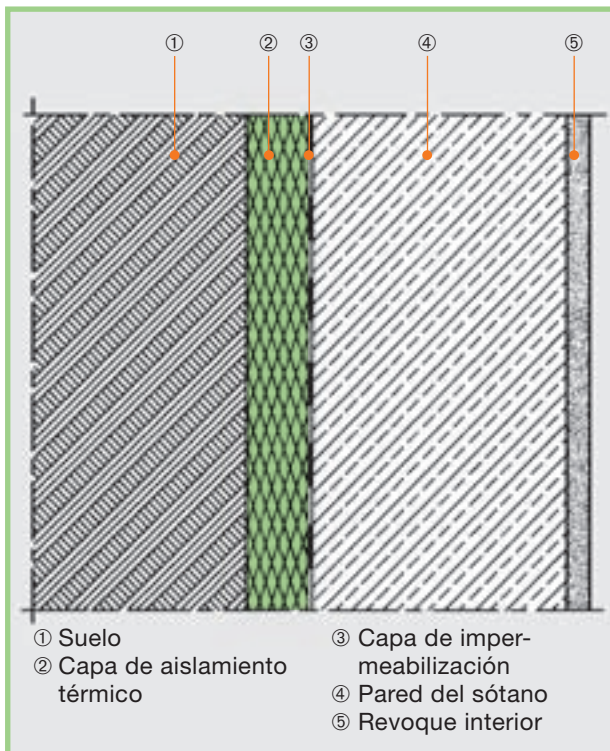


Fig. 1: Pared de sótano con capa de aislamiento térmico exterior que limita con el terreno.

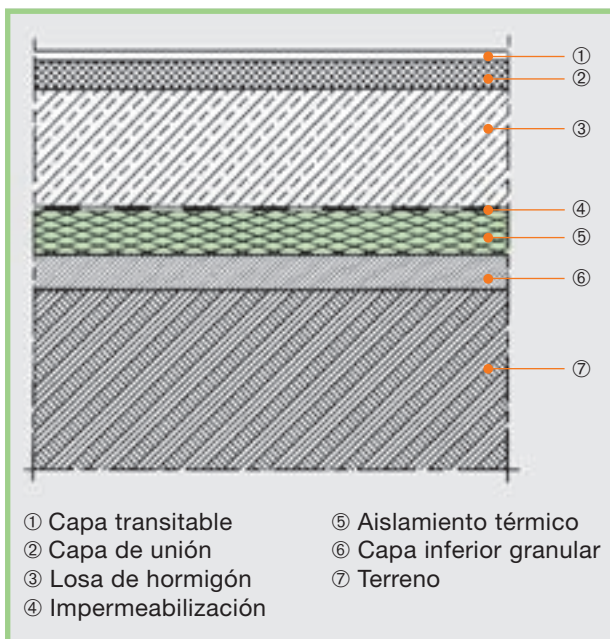


Fig. 2: Salida inferior no portante con capa de aislamiento térmico que limita con el terreno, utilizado, p. ej. para el aislamiento de suelos (sin agua estancada permanentemente o de forma esporádica).

Es característico del aislamiento perimetral que la capa de aislamiento térmico se coloque en la parte exterior de la construcción correspondiente, exterior a la capa de impermeabilización del edificio.

El aislamiento perimetral, debido al contacto con la superficie del terreno, al agua de lluvia, la presión de la tierra y mediante cargas de trabajo excepcionalmente altas, necesitará que los materiales adecuados cumplan unos requerimientos exigentes:

- Insensibilidad al agua
- alta resistencia a la compresión
- resistencia a la putrefacción y en cualquier caso unas condiciones de aislamiento térmico buenas y duraderas.

Styrodur® C dispone de este espectro de propiedades y gracias a ellas es apropiado para el aislamiento perimetral.

Aislamiento perimetral según la Normativa

La norma DIN 4108-2 describe el sistema de aislamiento térmico como aislamiento perimetral en caso de que las planchas de aislamiento, por ejemplo, están fabricadas de poliestireno extruido conforme a la norma EN 13 164 y no se instalen permanentemente sobre aguas subterráneas. El aislamiento perimetral con Styrodur C por encima del nivel de aguas subterráneas también es una construcción sujeta a normativas.

Aislamiento perimetral en aguas subterráneas

Para el aislamiento perimetral en relación con el agua acumulada a largo plazo o agua estancada Styrodur C está autorizado desde hace muchos años bajo el número Z-23.5-223 del Instituto alemán de construcción en Berlín, DIBt. Según ello, las planchas de Styrodur C se pueden sumergir en aguas subterráneas hasta un máximo de 3,5 m.

Aislamiento perimetral bajo planchas de cimentación en aguas subterráneas

Con número de autorización DIBt Z-23.34-1325 Styrodur C tiene autorización para instalarse también bajo planchas de cimentación portadoras de cargas, si estas se encuentran sumergidas en aguas subterráneas hasta un máximo de 3,50 m.

Los aislamientos perimetrales reducen las pérdidas de calor también en salidas de edificios, permitiendo además una temperatura confortable en el sótano. Las altas temperaturas de las superficies interiores en paredes y suelos impiden la condensación de agua en las estancias interiores. Esto evita el frecuente olor viciado de los sótanos.

El usuario se beneficiará por tanto de las siguientes ventajas:

- La temperatura confortable del sótano/planta baja mejora.
- Las temperaturas de las paredes interiores del sótano aumentan.
- Se evita la condensación de agua en las partes interiores del suelo y las paredes del sótano.
- El usuario ganará espacio interior.
- La calidad del edificio aumenta.
- La protección térmica ahorra costes de energía.
- Las capas de aislamiento pueden construirse sin puentes térmicos.
- La capa de impermeabilización quedará protegida.

3. Ventajas de aislamiento perimetral

Hay muchos motivos para la utilización de Styrodur® C en el aislamiento perimetral:

- Alta resistencia a la compresión
- No son necesarias capas de protección adicionales
- Sin limitación en la profundidad de la construcción
- Sin provisiones de espacio para paso de vehículos
- Con sólo 12 cm de espesor de la capa de aislamiento, el coeficiente U es $< 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Sin ΔU adicional
- Prácticamente no absorbe agua
- La conductividad térmica no se ve perjudicada, puesto que prácticamente no absorbe humedad
- Aplicación autorizada en aguas subterráneas
Styrodur está comprobado desde hace más de treinta años
- Hay peritajes sobre el comportamiento a largo plazo
- Ventajas de manipulación, puesto que no hay que recubrir costosamente Styrodur C de betún en el aislamiento de suelos y en el aislamiento de paredes no hacen falta capas de protección adicionales.
- No son necesarias medidas de protección adicionales en zonas con riesgo de heladas
- En suelos no cohesivos no es necesario ningún drenaje
- Se adhiere fácilmente con seis puntos por losas, sólo es necesario un pegado en toda la superficie de las planchas y los cantos de las planchas en aguas subterráneas, así como que se intercalen las juntas de las planchas
- Con Styrodur 2800 C con superficies grabadas también pueden aislarse los zócalos
- Grabar las superficies de Styrodur 2800 C permite un sencillo revestimiento en los zócalos
- Según la autorización DIBt Z-23.34-1325 Styrodur C también puede instalarse bajo losas de cimentación portadoras de cargas, incluso si están bajo aguas subterráneas (hasta un máximo de 3,5 m).

Con la siguiente información y estas sugerencias para la instalación y los ejemplos de aplicación, queremos facilitar la planificación e instalación de Styrodur C.

Aviso:

Si se utiliza Styrodur C bajo cubiertas como p.ej. capas de impermeabilización, capas o esteras de protección, puede darse un sobrecalentamiento en verano por la absorción de radiación solar, que puede provocar la deformación de las planchas de Styrodur C .

3.1 Motivos para decidirse a favor del sótano

Con sótanos, la construcción es más económica

Las plantas bajas sólo cuestan 200 euros por metro cuadrado. Una planificación hábil proporciona en torno a un tercio de más superficie útil, e incluso facilita la financiación de la vivienda, ya que:

- una parte de la superficie ganada cuenta como superficie útil, se aprovechan mejor los límites estatales
- en grandes pendientes o en construcciones con techos altos se puede edificar una estancia anexa a la vivienda, lo que contribuye a la financiación.

El sótano, en relación con los costes de fabricación, aumento del valor de un edificio. El valor de reventa suele ser superior.



Fig. 3: Aislamiento perimetral con Styrodur® C.



Fig. 4: Medidas de aislamiento con Styrodur C.

Los motivos técnicos hablan en favor de los sótanos. Sin sótano aparecen claras desventajas en las técnicas de edificación.

Por ejemplo:

- las acometidas y el mantenimiento de las instalaciones eléctricas son más caras,
- si el aislamiento acústico de viviendas adosadas y pareadas es menor,
- pueden secarse y reducirse los suelos cohesivos. Las losas del suelo pueden hundirse, haciendo que las paredes se fisuren,
- en cuyo caso se aprovecharán considerablemente peor las piezas pequeñas del suelo.

Ahorro de espacio en la propia vivienda

Un sótano bien planificado ofrece

- una habitación sin ruidos,
- oficina y taller,
- amplia superficie de juegos,
- sauna,
- trastero o
- sala para fiestas.

Los modernos materiales y elementos de construcción se ocupan de la comodidad gracias a una impermeabilización auténtica, un buen aislamiento térmico, así como mucho aire y luz.

4. Consejos de aplicación

Con la extrusión de las planchas de Styrodur® C en la superficie se forma una piel de espumación lisa concentrada.

Para mejorar la capacidad adhesiva del pegamento, los revoques, ciertas argamasas, etc., por ejemplo en aplicaciones de zócalos, las superficies deben estar sin ningún tipo de revestimiento. Styrodur 2800 C muestra una superficie grabada térmicamente (en forma de panel) y con ello tiene una buena adhesión sobre el revoque y el hormigón.



La INITIATIVE PRO KELLER e.V. (Iniciativa a favor de los sótanos) informa sobre las ventajas del sótano y, en su sitio de internet pone a su disposición gran cantidad de información y numerosas posibilidades de descarga.
www.prokeller.de

Una impermeabilización adecuada es condición previa para la instalación de Styrodur® C como aislamiento perimetral. Dependiendo de la exposición a la humedad, se diferenciarán diferentes condiciones de carga para las impermeabilizaciones de sótanos según la norma DIN 18195. En superficies de edificios de hormigón impermeable (hormigón WU, en sus siglas alemanas) no deben utilizarse impermeabilizaciones adicionales.

4.1 Capa de aislamiento térmico

Las placas Styrodur C se instalarán tanto en superficies horizontales como verticales compactas unidas entre sí (fig. 5). Para evitar los puentes térmicos se recomienda la utilización de placas con cantos a media madera. La capa de aislamiento se ocupa de la protección térmica de la construcción. Además se protege la capa de impermeabilización.



Fig. 5: Instalación de placas Styrodur® C unidas.

4.2 Aislamiento perimetral en paredes

Las paredes del suelo pueden estar compuestas de hormigón, hormigón WU o mampostería con revoques. Se debe aplicar una impermeabilización de construcciones conforme a la norma DIN 18195 "Impermeabilización de edificios" en construcciones no impermeables. La impermeabilización de edificios depende de la exposición a la humedad.

El aislamiento perimetral no sustituye a la impermeabilización de construcciones. Las paredes de hormigón WU pueden aislarse directamente sin un tratamiento previo. Hasta que se recubra la zanja de cimentación, las placas de Styrodur C deben asegurarse contra desplazamientos o movimientos. Esto suele suceder adheriéndose a las paredes impermeabilizadas. Además, las placas de aislamiento deben tener una huella fija en la parte inferior (p.ej. proyección de los cimientos) (fig. 6).



Fig. 6: Instalación de placas Styrodur C en las paredes exteriores del sótano.

La adhesión a hormigón WU es un "Pegado de montaje" limitado temporalmente, que mantiene las placas hasta que se rellene la zanja. En el pegado de las placas de aislamiento se debe asegurar p.ej. mediante el pegado en grandes superficies, capas deslizantes u otros, que en las fijaciones del suelo relleno no haya tensiones transversales que dañen la impermeabilización del edificio. Las capas de impermeabilización del edificio deben ser acordes a las medidas de pegado en cuanto a sus propiedades físicas y químicas, y aptas para cada aplicación correspondiente.

Para impermeabilizaciones sobre base bituminosa o con cubiertas bituminosas se pueden utilizar, entre otros, pegamentos de dos componentes sin disolventes sobre base bituminosa de cemento o pegamentos de reacción sin disolventes.

Por las razones que se enumeran a continuación se ha de evitar presionar las placas de aislamiento contra la capa de impermeabilización bituminosa que aún no esté seca:

- Mediante los movimientos durante la presión pueden aflojarse partes de la capa de impermeabilización. La firmeza no quedaría garantizada.
- Los medios de impermeabilización sobre base de betón frío habitualmente utilizados pueden contener disolventes que dañen el material aislante. En impermeabilizaciones de hormigón en frío se recomienda dejar transcurrir una semana antes de aplicar las placas de aislamiento.

Los pegamentos de construcción con base dispersante también son adecuados en hormigón WU.

El distribuidor de materiales de construcción o el fabricante le informarán sobre el pegamento adecuado.

4.3 Entradas/Salidas

En la base (**fig. 7**), por ejemplo al inicio inferior del aislamiento perimetral deben asentarse las planchas Styrodur® C de forma que se evite un deslizamiento posterior por medio de procedimientos de fijación.

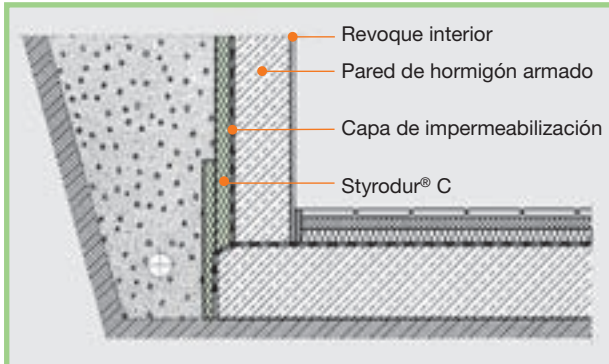


Fig. 7: Punto de apoyo del aislamiento perimetral. La plancha de Styrodur® C se apoya en los cimientos.

También en ventanas debe realizarse el aislamiento sin puentes térmicos (**fig. 8**). Por ello deben aislarse también los dinteles e intradós de las ventanas. Los tragaluzes deben montarse de forma que el aislamiento perimetral no se interrumpa y no se creen puentes térmicos. Puede encontrar ejemplos de aplicación para tragaluzes de hormigón y plástico en la **fig. 9 y 10**.

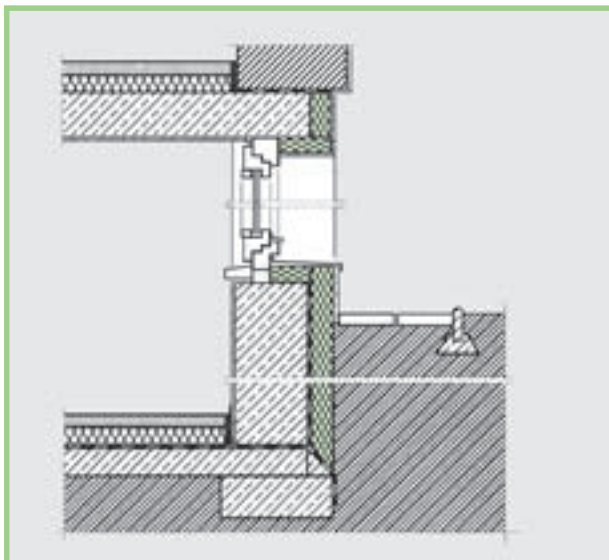


Fig. 8: Aislamiento sin puentes térmicos en ventanas.

No tiene sentido construir el tragaluz de forma separada al edificio. De ese modo se eliminan los puentes térmicos y la anchura del tragaluz es variable. Esto puede, como en la **fig. 9**, realizarse con un tragaluz prefabricado de hormigón, que se instale sobre una capa de grava y sea contiguo al aislamiento perimetral.

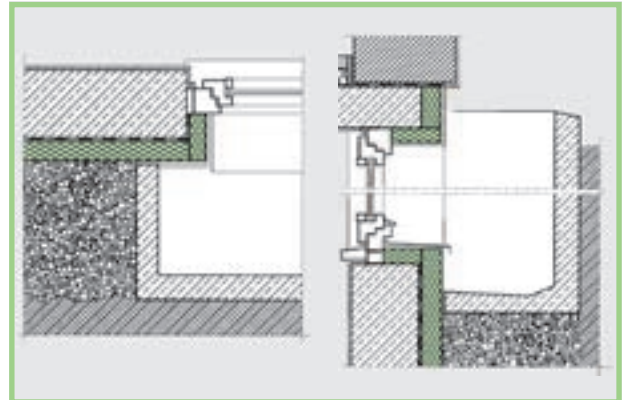


Fig. 9: Salida sin puentes térmicos de un tragaluz de hormigón.

Una buena solución es un tragaluz de plástico que se una con tornillos a la pared del sótano a través del aislamiento (**fig. 10**).

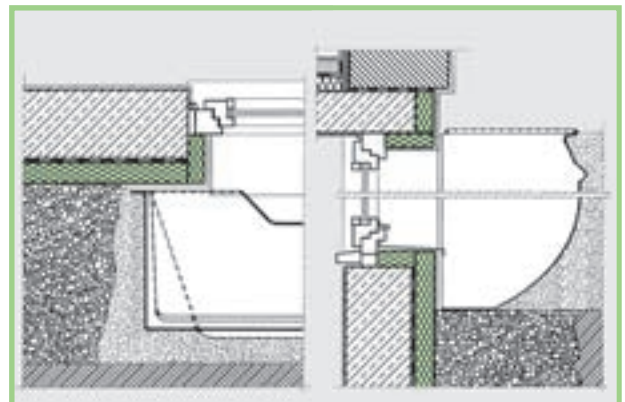


Fig. 10: Entrada sin puentes térmicos de un tragaluz de plástico.

4.4 Aislamiento de zócalos

El zócalo del sótano también debe aislarse entre el canto superior del suelo y la mampostería que se ha de aislar térmicamente (**fig. 11**) o un sistema externo de unión de aislamiento térmico (**fig. 12**). Styrodur® 2800 C se utilizará con superficies grabadas térmicamente sobre el suelo, en caso de que se haya previsto un revoque sobre esta superficie.

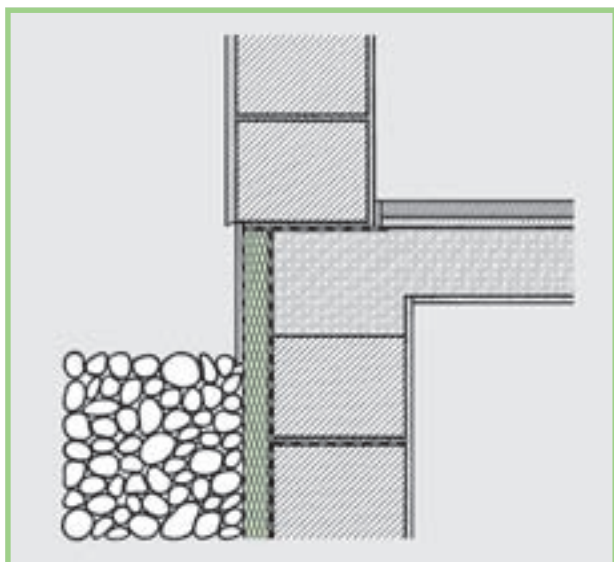


Fig. 11: Zócalos, aislamientos perimetrales con mampostería vertical con aislamiento térmico.

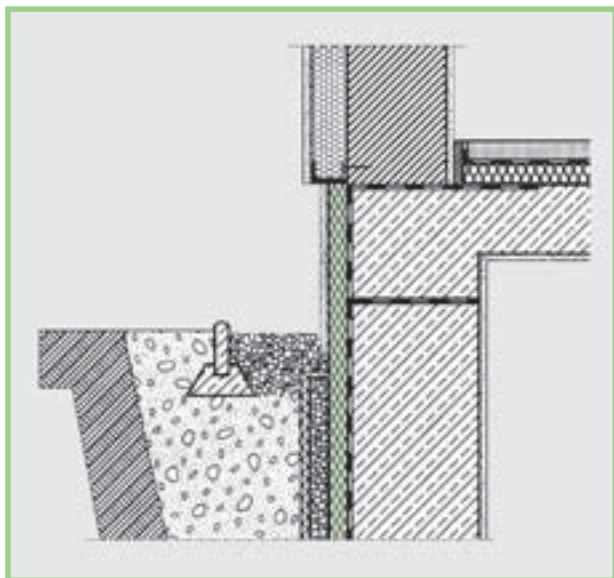


Fig. 12: Zócalos, aislamiento perimetral con un sistema exterior de uniones de aislamientos térmicos.

En zócalos se fijarán las planchas pelladas sobre la pared exterior. Dependiendo de la dureza del adhesivo, las planchas de Styrodur C se clavarán con cuatro espigas de disco por plancha (**fig. 13**). El diámetro de la espiga debe alcanzar al menos los 60 mm.

Los tipos de Styrodur C con piel de espumación no son apropiados para revestir.

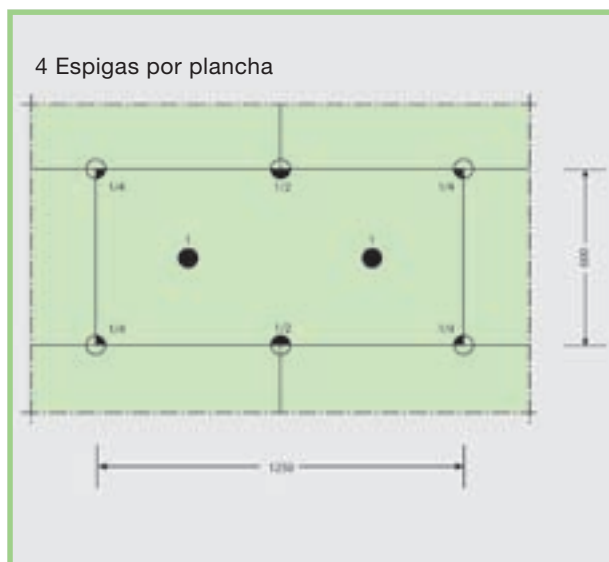


Fig. 13: Número de espigas (4 por plancha) y distribución de espigas en fijaciones adicionales de planchas Styrodur® C en zócalos (medidas en mm).

4.5 Ajuste del revestimiento

Con la fabricación de sótanos de hormigón WU, se puede instalar el aislamiento perimetral y aplicar hormigón directamente sobre el encofrado. Esta aplicación no es posible si se utiliza hormigón normal, puesto que no se garantiza la función de impermeabilización necesaria. Para aplicar hormigón sólo se recomienda Styrodur® 2800 C con superficies grabadas térmicamente (**fig. 14**). Estas superficies permiten una unión perfecta con hormigón.

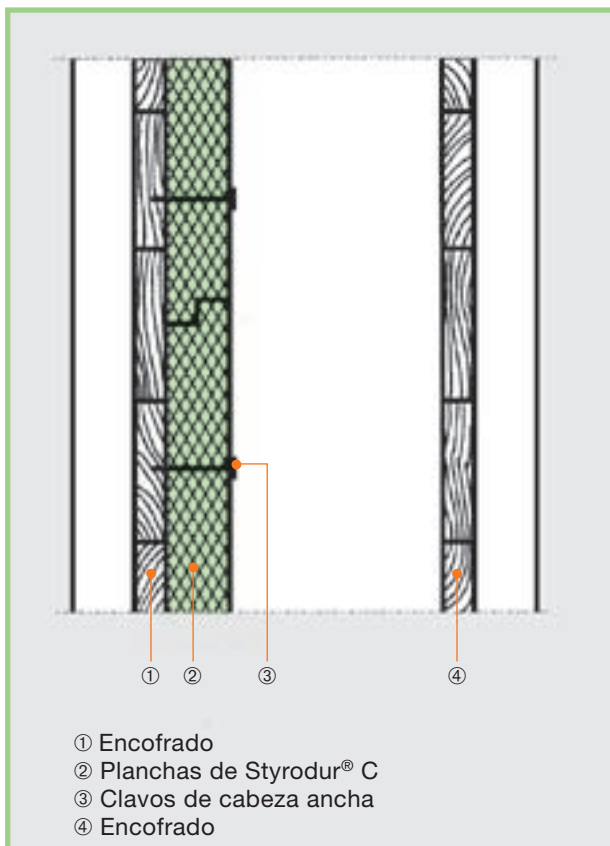


Fig. 14: Instalación en el encofrado y fijación de las placas Styrodur® 2800 C con clavos de cabeza ancha.

Las planchas se instalarán directamente sobre el encofrado. En encofrados de madera, las planchas de Styrodur 2800 C pueden instalarse con clavos de cabeza ancha en los revestimientos. En encofrados de acero debe asegurarse por medio de otros métodos de fijación adecuados que no desplacen o desprendan las planchas de aislamiento al hormigonar y aumentar la anchura. Con respecto a un tratamiento posterior, equipamiento y desencofrado del hormigón, se ha de tener en cuenta la norma DIN 1045-3.

Para la fabricación de cimientos continuos, también pueden utilizarse planchas de Styrodur C como encofrado perdido. Si se arman los cimientos, se utilizarán distanciadores entre el aislamiento y la armadura.



Fig. 15: Encofrado con Styrodur C.



Fig. 16: Planchas de Styrodur C instaladas en un encofrado.

4.6 Aislamiento perimetral en suelos

El subsuelo, sobre el que se instalarán las planchas de Styrodur® C debe ser plano para el aislamiento perimetral horizontal y suficientemente estable para su correspondiente utilización. Para cargas adicionales del suelo se deberá tener en cuenta la norma DIN 1054 "Edificaciones - Cargas adicionales del edificio". Esto es válido tanto para suelos naturales y proyectados. También en rocas, la superficie de asentamiento para las planchas de Styrodur C debe ser plana para que las planchas de aislamiento se mantengan estables. Para ello se debe planificar una base de hormigón (fig. 17).

Se debe construir una capa de cimentación plana de hormigón. Para una impermeabilización frente a la humedad se ha de cumplir la norma DIN 18 195 "Impermeabilización de edificios". Al construir la capa de impermeabilización bajo la plancha del suelo (fig. 17) se ha de tener en cuenta lo siguiente: Una capa bituminosa, cuyas juntas deben estar unidas con betún caliente, no puede utilizarse directamente sobre la capa de Styrodur C, puesto que el Styrodur C se fundiría con el betún caliente.

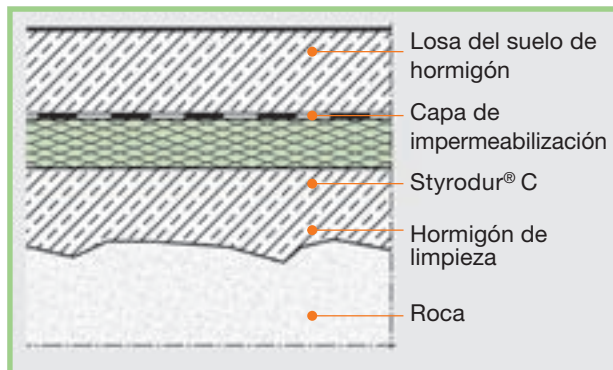


Fig. 17: Capa de compensación de hormigón de limpieza en suelos de roca.



Fig. 18: Capa inferior granular de hormigón de limpieza para instalar el aislamiento del suelo.

No es muy recomendable utilizar una solución de betún frío con disolvente, puesto que el disolvente dañaría el Styrodur C. Como material de impermeabilización aparecen capas, que pueden unirse por soldadura o mediante gas caliente. Especialmente recomendable son las capas de impermeabilización sobre base de ECB (betún-copolímero de etileno). Las capas de impermeabilización de PVC, que contienen ablandador no pueden utilizarse en combinación con Styrodur C.

Con la construcción de una capa de impermeabilización sobre la plancha de hormigón del suelo se ha de tener en cuenta lo siguiente: Entre Styrodur C y las losas de hormigón se diseñará una capa PE. Se evitará que penetre lechada al cubrir de hormigón las juntas de las planchas de Styrodur C.

Para reforzar las armaduras del hormigón armado construidos por debajo y los que se encuentran por encima, se deben utilizar distanciadores. Éstos pueden estar formados por texturas de acero para la construcción con la forma correspondiente, de partes de hormigón previamente tratado o partes de plástico. El refuerzo se aplicará sobre los distanciadores (fig. 19 y 20). No existe ningún contacto con la capa PE. El riesgo de que se perfora la capa es bajo.

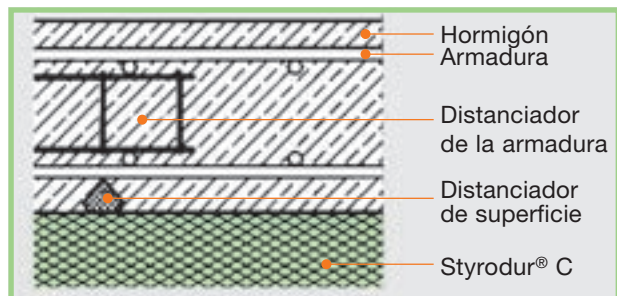


Fig. 19: Distanciador de la losa de hormigón de fibra para el refuerzo inferior y cesta de sustentación de la armadura para el refuerzo superior de la losa del suelo.

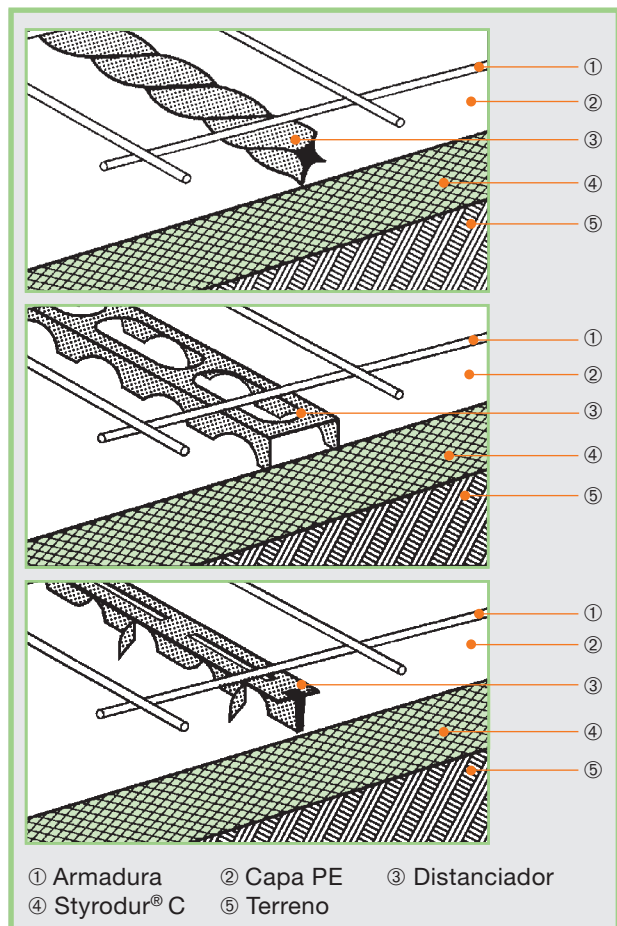


Fig. 20: Distanciador de plástico para la armadura horizontal. La altura del perfil determina la altura de la cubierta superior de hormigón.

4.7 Aislamiento perimetral en zonas de carga estáticas

Los cimientos pueden aislarse como protección térmica y contra el frío con las planchas de Styrodur® C. Así también se puede evitar que entre hielo bajo los cimientos en edificios con calefacción (fig. 21, 22 y 23).

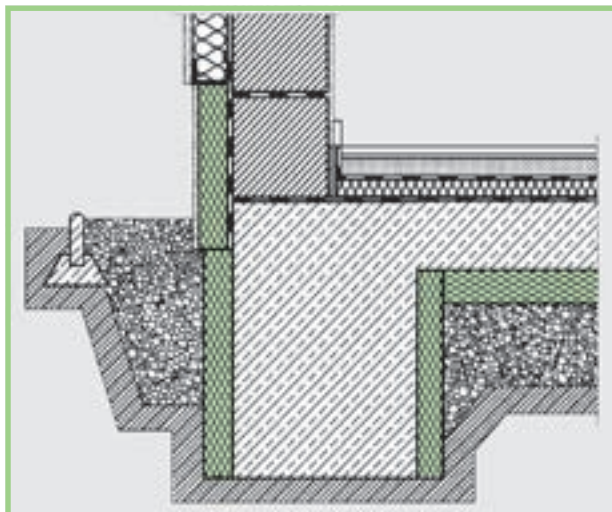


Fig. 21: Aislamiento de los cimientos y acometidas en el sistema exterior de unión de aislamiento térmico.

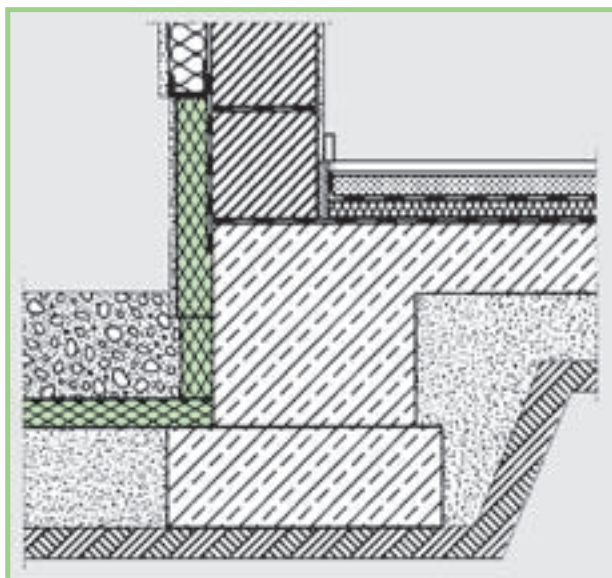


Fig. 22: Posibilidades de aislamiento de cimientos contra las heladas.

Styrodur C también puede utilizarse como aislamiento térmico portante bajo losas de cimentación. Justo debajo de las losas de cimentación, Styrodur C cumple todos los requerimientos que se fijan en el aislamiento térmico: destacada resistencia a la compresión, imputrescibilidad, mínima absorción de agua.

Styrodur C se fijará como aislante térmico bajo losas de cimentación portantes según la autorización Z-23.34-1325 y cumple de esta forma las últimas normas técnicas. En relación con la medición y ejecución del aislamiento térmico para la protección de cimientos de edificios contra el aumento de las heladas, se ha de cumplir la norma DIN EN ISO 13 793 "Protección térmica, Cimientos de edificios, Protección frente al aumento de heladas".

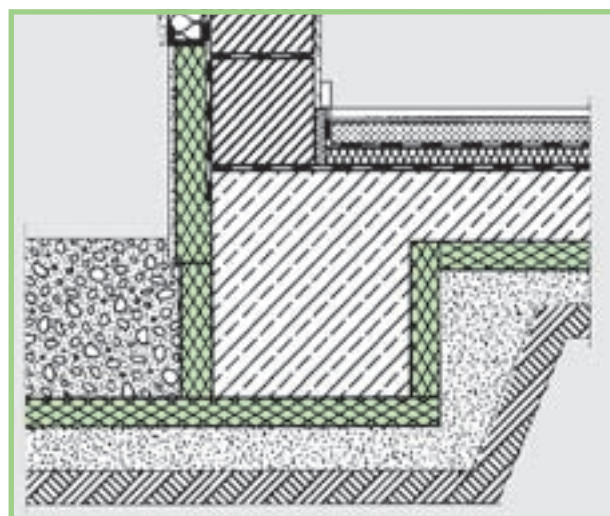


Fig. 23: También se pueden utilizar planchas Styrodur® C bajo partes portantes.

En edificios de viviendas y oficinas se utilizan más y más las losas de hormigón armado como partes de cimentación. Para evitar los puentes térmicos, es recomendable instalar totalmente Styrodur® C bajo las losas de cimentación.

En éstas se unirá el aislamiento perimetral de la pared del sótano de forma directa y sin puentes térmicos. Esto tiene la ventaja de que tanto el sótano como las losas del suelo de un edificio se recubrirán totalmente con material aislante. Con la utilización de Styrodur C como aislamiento térmico de carga bajo las losas de cimentación se deben seguir las siguientes indicaciones:

- Styrodur C se instalará en una sola capa
- Styrodur C se unirá sin cruces
- Styrodur C puede sumergirse hasta 3,5 m en aguas subterráneas.

Styrodur C se instalará sobre una capa inferior granular (p.ej. hormigón B5) o sobre una capa de grava llana y fuertemente concentrada. El suelo debe ser extremadamente llano para garantizar un asentamiento totalmente liso de las planchas de Styrodur C. Sobre la capa de aislamiento de Styrodur C se instalará una capa de protección, como por ejemplo una capa de PE. Esto evita la infiltración de lechada al hormigonar la losa de cimentación en las juntas de las planchas de Styrodur C.

La empresa Lohr Elemente E. Schneider GmbH de Gemünden ofrece elementos pretratados de Styrodur C para la formación de encofrados en bordes de losas de

cimentación y construcciones de escudos contra las heladas. Con un escudo contra las heladas además se alargará el aislamiento térmico sobre las losas de cimentación para evitar la formación de heladas bajo los cimientos.



www.lohrelement.de

Requisitos estáticos

La carga estática debe realizarse exclusivamente de forma vertical al nivel de las planchas de Styrodur C. Se deben evitar los esfuerzos de deslizamiento del material aislante. Resistencias a la compresión admisibles:

- Styrodur 3035 CS - $\sigma_{ad.} = 0,13 \text{ N/mm}^2$
- Styrodur 4000 CS - $\sigma_{ad.} = 0,18 \text{ N/mm}^2$
- Styrodur 5000 CS - $\sigma_{ad.} = 0,25 \text{ N/mm}^2$

Desde un punto de vista físico de la construcción se ha de tener en cuenta la temperatura prevista, que dado el caso, sobre la parte caliente, por lo tanto la parte superior de Styrodur C, se debe colocar una barrera de vapor contra la humedad. Interrumpen el flujo de difusión de vapor de agua desde la parte inferior del edificio en dirección al suelo. Con ello se evita la condensación de agua sobre el material aislante.

Tabla 1: Requerimientos sobre resistencia a la compresión del material aislante para la utilización en partes de carga estáticas.

Propiedades	Unidad SI	Styrodur® 3035 CS	Styrodur® 4000 CS	Styrodur® 5000 CS
σ_D Resistencia a la compresión con una deformación del 10 % según DIN EN 826	kPa	300	500	700
σ_K Módulo de elasticidad a la compresión a corto plazo DIN EN 826	N/mm ²	20	30	40
$\sigma_{D,50}$ Fluencia a la compresión permitida según DIN EN 1606 (Deformación < 2%, 50 años)	kPa	130	180	250
σ_L Módulo de elasticidad a la compresión a largo plazo DIN EN 1606 (Duración de la carga 50 años)	N/mm ²	6,5	9	12,5
K_L Módulo de balasto a largo plazo (duración de la carga 50 años) en diferentes espesores de planchas	50 mm	0,13	0,18	0,25
	60 mm	0,11	0,15	0,21
	80 mm	0,08	0,11	0,16
	100 mm	0,07	0,09	0,13
	120 mm	0,05	0,08	-
σ_{perm} Fluencia a la compresión permitida para la aplicación bajo losas de cimentación de cargas ¹	kPa	130	180	250
C_{dyn} Rigidez dinámica según DIN EN 29 052 con espesor de planchas:	50 mm	320	340	360
	60 mm	260	280	300
	80 mm	190	210	230
	100 mm	150	170	190
	120 mm	130	150	-

¹⁾ Autorización para la construcción Z-23.34-1325 del Instituto alemán para la Construcción (DIBt)

4.8 Drenaje

Para la protección del aislamiento perimetral no es necesario ningún drenaje. En composiciones especiales (p.ej. suelo horizontal impermeable) o situación especial del edificio (p.ej. en pendiente) son necesarios además del aislamiento térmico medidas de drenaje para eliminar el agua de la superficie y de la capa de grava. En este caso debe realizarse según la norma DIN 4095 "Drenaje para la protección de elementos de construcción" una medida de drenaje total, compuesta por el drenaje de la superficie de la pared, los tubos de drenaje, un paquete de grava, láminas de difusión abierta, cámara de revisiones y una salida en la canalización o una zanja de desagüe. La instalación de planchas de drenaje y aislamiento solo no es suficiente.

La ejecución de estas medidas de drenaje se muestran en la **fig. 24**.



Fig. 24: Construcción de un aislamiento perimetral combinado con drenaje.

4.9 Aislamiento perimetral en aguas estancadas

Las planchas de Styrodur® C deben utilizarse según autorización DIBt Z-23.5-223 también en cuanto a aguas estancadas permanentes o a largo plazo (aguas subterráneas), donde el aislamiento Styrodur C puede sumergirse hasta un máximo de 3,5 m. La impermeabilidad no debe influir a la capa de aislamiento en su funcionalidad. La impermeabilización se debe realizar conforme a la norma DIN 18195, parte 6 "Impermeabilizaciones frente a aguas exteriores estancadas y agua filtrada estancada, medición y ejecución".

Las planchas de Styrodur C deben instalarse y fijarse a la construcción anexa que se ha de aislar, es decir, se debe extender pegamento sobre toda la superficie de las planchas y los cantos de las planchas (**fig. 25**). Esto se realizará con pegamentos aptos para su uso en agua. Tras fijar las planchas de Styrodur C, éstas deben intercalarse también para evitar la entrada de agua. La comprobación de la seguridad del sistema quedará demostrado, si

- las planchas de Styrodur C están totalmente adheridas a la construcción,
- con un espesor de las planchas de aislamiento de un máximo de 120 mm, el agua subterránea alcanza un máximo de 1 m bajo la parte superior del terreno,
- con un espesor de las planchas de aislamiento de un máximo de 80 mm, el agua subterránea alcanza un máximo de 0,5 m bajo la parte superior del terreno,
- se toman precauciones para asegurar la construcción. El trabajo mostrado en las **fig. 11 y 12** sobre la creación de zócalos es seguro para la construcción.

Con el tipo "Bañera blanca" (hormigón impermeable) no es necesario ningún sistema de seguridad adicional, y el estado del agua subterránea podrá llegar hasta el nivel superior del terreno. Styrodur C puede instalarse en suelos permeables y en zonas con aguas subterráneas sin planchas de aislamiento especiales adicionales. En aguas subterráneas es necesaria una adhesión de toda la superficie.



Fig. 25: Adhesión de toda la superficie de las planchas Styrodur® C y bordes de las planchas, así como intercalado de las juntas de las planchas en zona de aguas subterráneas.

4.10 Rellenado de zanjas de cimentación

Para el relleno profesional de las zanjas de cimentación, las planchas de Styrodur® C no necesitan capas de protección adicionales. Los pequeños daños individuales de la superficie de las planchas no disminuyen la funcionalidad del aislamiento perimetral. Por medio del movimiento de tierras al relleno y con eventuales asientos se debe comprobar que no hay tensiones transversales que dañen la impermeabilización del edificio (adhesión de gran superficie en las planchas de aislamiento, superficies de contacto fijas en la base, capa deslizando entre otros).



Fig. 26: Rellenado por capas de la zanja de cimentación y compactación mecánica.

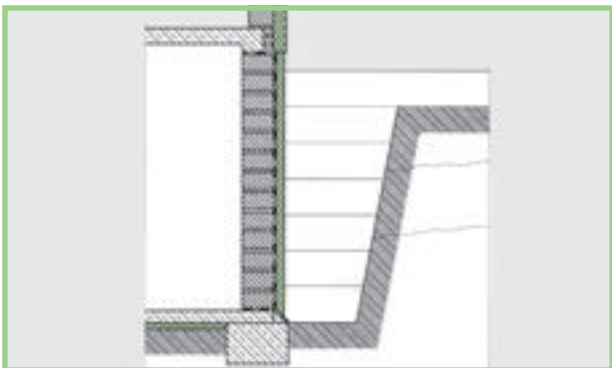


Fig. 27: Rellenado por capas de la zanja de cimentación.

4.11 Rehabilitación energética en la zona perimetral: Protección frente a las heladas

En la práctica, actualmente hay un gran número de edificios sin sótanos sobre losas de cimentación, sin que se cumplan las exigencias contra heladas de los cimientos. Aquí existe el riesgo de que en los meses de invierno, la temperatura bajo las planchas sea inferior a 0°C, lo que puede causar la formación de hielo y con ello, dependiendo de la naturaleza del suelo, la aparición de heladas y daños en la construcción.

Por medio de la colocación posterior de un denominado escudo contra heladas, se puede evitar que el hielo

penetre bajo las losas de cimentación. El escudo contra las heladas equipará al edificio con una capa de aislamiento térmico horizontal a aprox. 30 cm. de profundidad. Si hay un adoquinado, se debe reducir la profundidad a 20 cm.

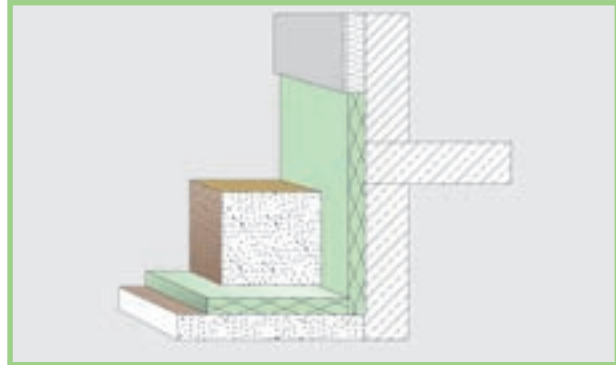


Fig. 28: El escudo contra heladas se instalará en la tierra bajo el límite de congelación.

4.12 Casa pasiva

Según la autorización de construcción Z-23.31-1325, se instalarán planchas de espuma extruida de una capa y su espesor está limitado a 120 mm. Para una protección térmica futura y que además ahorre energía, como se hace desde hace años en viviendas que ahorran energía, es necesario un mayor espesor en la capa de aislamiento. Se trata de la tecnología más avanzada, y dispone de innumerables certificaciones individuales de las autoridades de construcción competentes. La instalación de Styrodur se realizará en el ámbito de aislamiento térmico portante con varias capas en caso de la instalación de planchas se haga sobre una capa inferior granular (p. ej. de hormigón B5). Mediante la carga de la losa del suelo y del edificio se evitará la entrada de agua entre las planchas individuales y un desplazamiento entre cada una de las capas individuales. Las planchas de espuma extruida deben utilizarse sólo para niveles de carga perpendiculares. No están permitidos los esfuerzos de desplazamiento. Al instalar las planchas de aislamiento térmico se deben evitar las uniones cruzadas. Entre la capa de aislamiento térmico superior y la plancha de cimentación se colocará una capa de protección, como por ejemplo una capa PE.



Fig. 29: Instalación de planchas Styrodur® C durante la edificación de una casa pasiva.

5. Ayudas a la construcción

5.1 Dimensionamiento técnico de la protección térmica

Con respecto a la protección térmica de edificios en contacto con el terreno en habitaciones, los requerimientos son muy exigentes (véase **Tabla 2**). Según la norma DIN 4108, Parte 2, Edición 3/01, la protección térmica mínima para paredes exteriores que limiten con el suelo, la resistencia térmica (coeficiente R) debe ser de 1,2 m²·K/W. Esto se corresponde con un coeficiente de transmitancia térmica (coeficiente U) de 0,75 W/(m²·K).

Para la parte inferior de las estancias del edificio sin sótano que limiten directamente con el terreno, la resistencia térmica mínima (coeficiente R) debe ser de 0,9 m²·K/W. Esto se corresponde con un coeficiente de transmitancia térmica (coeficiente U) de 0,93 W/(m²·K). Estos coeficientes de resistencia térmica no deben sobrepasarse si la protección térmica de la construcción se ha calculado según el procedimiento de equilibrio de energía de la Ley alemana de Ahorro energético (EnEV). Los requerimientos se cumplirán conforme a las construcciones de ejemplo descritas en la **Tabla 3**.

Tabla 2: Protección térmica mínima según DIN 4108, Parte 2, Edición 3/01 – Requerimientos –

Construcción limitada en el terreno	Resistencia térmica [m ² ·K/W] R	Coficiente de transmitancia térmica [W/(m ² ·K)] Coeficiente U
Pared	1,20	0,75
Suelo	0,90	0,93

Tabla 3: Protección térmica mínima según DIN 4108, Parte 2, Edición 3/01 – Ejemplos de montaje –

Construcción		Coficiente U [W/(m ² ·K)]		Espesor de la capa de aislamiento [mm]	
Espesor [mm]	Material de construcción	No aislado	Aislado	λ = 0,035 [W/(m·K)]	λ = 0,040 [W/(m·K)]
300	Pared de hormigón	3,7	< 0,75	40	50
20	Revoque exterior	1,8	< 0,75	30	40
365	Ladrillo silocalcáreo KSL-12-1, 8-12 DF				
15	Revoque interior				
20	Revoque exterior	1,8	< 0,75	30	40
300	Ladrillo macizo Mz-12-1, 8-5 DF				
15	Revoque interior				
20	Revoque exterior	2,0	< 0,75	30	40
300	Hormigón Hbn-12-1, 8-20 DF				
15	Revoque interior				
120	Losa de hormigón	4,4	< 0,93	30	40

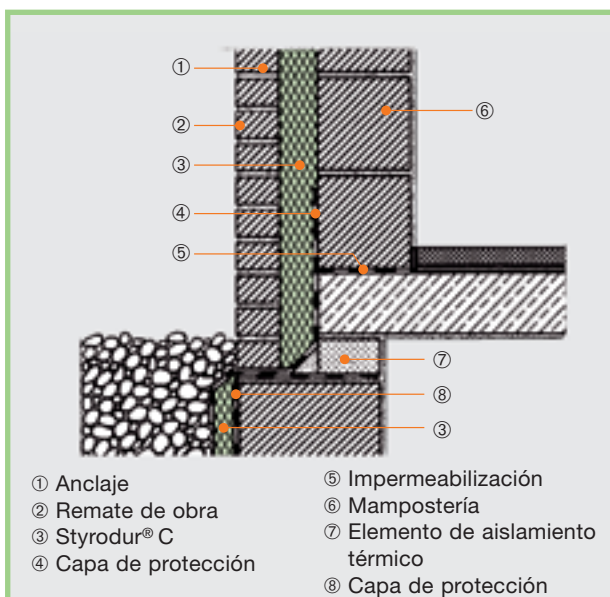


Fig. 30: Conexión del aislamiento perimetral en trabajos de mampostería con aislamiento central.

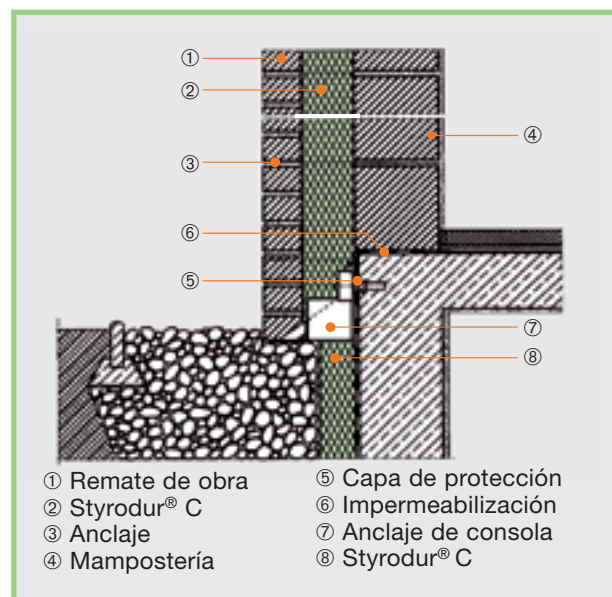


Fig. 31: Conexión del aislamiento perimetral en trabajos de mampostería con aislamiento central con anclaje de consola.

Para edificios habitables con un máximo de dos plantas completas y con no más de tres viviendas, según la Ley de Protección térmica de agosto de 1994, se debe utilizar un procedimiento de verificación de la protección térmica (procedimiento de construcción) simplificado. Posteriormente debe mantenerse un coeficiente de resistencia térmica para las paredes y suelos del sótano de al menos $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Lo mismo se aplicará si la losa del sótano está aislada en la parte del sótano sin calefacción. En la **Tabla 4** se indican estos requerimientos como resistencia térmica (coeficiente R) y como coeficiente de transmitancia térmica (coeficiente U). Estos requerimientos se cumplirán por ejemplo con las construcciones indicadas en la **Tabla 5**. El objetivo de la En EV es reducir en un 30 % el consumo energético en comparación con la 3ª Ley de Protección térmica. Nuestra recomendación es aplicar un coeficiente U de $\leq 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ en las paredes del sótano que dan al terreno.

Se recomienda utilizar un aislamiento perimetral en plantas inferiores sin calefacción.

Al modificar la utilidad de un sótano sólo es posible un aislamiento exterior adicional con una aplicación superior adicional. Después sólo hay que tener en cuenta el aislamiento interior. En estancias con paredes que están en contacto con el terreno, en verano existe el riesgo de condensación de agua en superficies interiores de las paredes exteriores al ventilar las estancias frías con aire exterior caliente húmedo. La temperatura del punto de rocío del aire veraniego húmedo y caliente puede ser superior a la temperatura de las superficies interiores de las paredes del sótano. En este caso aparecería agua condensada en las superficies interiores de las paredes exteriores. Con ello puede aparecer moho y olor a moho. Mediante un buen aislamiento térmico de la pared se conseguirá una mejor técnica de la protección contra la humedad.

Tabla 4: Protección térmica según la 3ª Ley alemana de Ahorro energético de agosto de 1994 – Requerimientos –

Elemento de construcción	Resistencia térmica* [m ² ·K/W] Coeficiente R	Coeficiente de transmitancia térmica [W/(m ² ·K)] Coeficiente U
Cubiertas frente a sótanos sin calefacción	$\geq 2,52$	$\leq 0,35$
Pared que da al terreno	$\geq 2,73$	$\leq 0,35$
Suelos sobre el terreno	$\geq 2,69$	$\leq 0,35$

* Debido a las diferentes resistencias térmicas aparecen, con los mismos coeficientes de resistencia térmica, diferentes mínimos de resistencia térmica.

Tabla 5: Protección térmica según la 3ª Ley alemana de Ahorro energético de agosto de 1994 (y según la EnEV de nov. 2001)¹⁾ – Ejemplos de aplicación –

Construcción		Coeficiente U [W/(m ² ·K)]		Espesor de la capa de aislamiento [mm]	
Espesor [mm]	Material de construcción	No aislado	Aislado	$\lambda = 0,035$ [W/(m·K)]	$\lambda = 0,040$ [W/(m·K)]
300	Pared de hormigón	3,7	< 0,35	90	110
			< 0,3 ¹⁾	110 ¹⁾	130 ¹⁾
20	Revoque exterior	1,8	< 0,35	80	100
365	Ladrillo silocalcáreo KSL-12-1, 8-12 DF		< 0,3 ¹⁾	100 ¹⁾	120 ¹⁾
15	Revoque interior				
20	Revoque exterior	1,8	< 0,35	80	100
300	Ladrillo silocalcáreo Mz-12-1, 8-5 DF		< 0,3 ¹⁾	100 ¹⁾	120 ¹⁾
15	Revoque interior				
20	Revoque exterior	2,0	< 0,35	90	110
300	Ladrillo silocalcáreo Hbn-12-1, 8-20 DF		< 0,3 ¹⁾	100 ¹⁾	120 ¹⁾
15	Revoque interior				
120	Losa de hormigón	4,4	< 0,35	100	110
			< 0,3 ¹⁾	110 ¹⁾	130 ¹⁾

¹⁾ Recomendación para la EnEV

5.2 Dimensionamiento técnico de protección contra la humedad

El aislamiento térmico exterior de Styrodur® C es una construcción funcional de técnica de difusión de vapor de agua en el aislamiento perimetral, ya que la resistencia a la difusión del vapor de agua de las capas individuales se produce de fuera hacia dentro. La resistencia térmica de las capas individuales aumenta de fuera hacia dentro. También a tenor de la protección ante la condensación de agua de las partes construidas en sótanos, es beneficiosa la capa de aislamiento térmico

exterior. De esa forma aumentarán las temperaturas de las superficies en la parte interior de las paredes, en comparación con las construcciones no aisladas. Esto hace que las viviendas sean más confortables.

El riesgo de formación de condensaciones en paredes interiores es bajo. De las **Tablas 5 y 6** se desprende que en un aislamiento perimetral con un coeficiente U conjunto de $\leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ en paredes no superpuestas se comenzaría a condensar agua con una humedad relativa del aire superior al 90 %.

Tabla 6: Evitar la condensación de agua en las paredes de sótanos con una temperatura de 20 °C

Humedad relativa del aire [%]	Espesor recomendado de las capas de aislamiento [mm] con una temperatura exterior de	
	- 10 °C	- 15 °C
60	20	30
70	30	40
80	50	60
90	100	120

5.3 Elección de tipos según la profundidad de la construcción

Con una mayor profundidad de la construcción aumenta la presión del suelo sobre las planchas de aislamiento térmico. Debido a la alta fluencia a la compresión de Styrodur C, la autorización para la

construcción no contiene ninguna limitación de profundidad. Para grandes profundidades, sin embargo, se recomiendan los tipos de Styrodur C con más resistencia. En **la Tabla 7** se muestran los diferentes tipos de Styrodur C para las diferentes profundidades. Hacen referencia a la carga más desfavorable "Presión estática del terreno en arenas movedizas".

Tabla 7: Resistencia a la compresión y profundidad de construcción máxima de los diferentes tipos de Styrodur® C

Tipo de Styrodur® C	3035 CS	4000 CS	5000 CS
Fluencia a la compresión permitida 50 años a 23 °C, kPa	130	180	250
Deformación $\leq 2 \%$			
Profundidad máxima [m]	12	17	24

Observación:

Las indicaciones de esta publicación se basan en nuestros conocimientos y experiencias actuales y se refieren únicamente a nuestro producto y a sus propiedades en el momento en el que se elaboró la presente publicación: de nuestras indicaciones no puede derivarse por tanto ninguna garantía jurídica ya que éstas no constituyen la calidad del producto acordada contractualmente. Para su empleo en el sector de la construcción deberían considerarse en todo momento las condiciones particulares de cada aplicación, especialmente en lo que respecta a los aspectos físico-técnicos y legales. Todas las indicaciones técnicas se componen de diseños básicos que deben respetarse durante el uso.

6. Datos técnicos de Styrodur® C

Propiedad	Unidad ¹⁾	Código designación EN 13164	2500 C	2500 CN 2500 CNS	2800 C	3035 CS	ACS	3035 CN	4000 CS	5000 CS	Norma		
Perfil del borde													
Superficie			lisa	lisa	grabada	lisa	acanalada	lisa	lisa	lisa			
Largo x ancho	mm		1250 x 600	²⁾	1250 x 600	1250 x 600	1250 x 600	2500 x 600	1250 x 600	1250 x 600			
Conductividad térmica λ_D [W/(m·K)]			λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	EN 13164		
Resistencia térmica R_D [m ² ·K/W]			R_D	R_D	R_D	R_D	R_D	R_D	R_D	R_D			
Espesor	30 mm	–	0,032	0,95	0,032	0,95	0,032	0,95	0,032	0,95	–	–	
	40 mm	–	0,034	1,25	0,034	1,25	0,034	1,25	0,034	1,25	0,034	1,25	
	50 mm	–	0,034	1,50	0,034	1,50	0,034	1,50	0,034	1,50	0,034	1,50	
	60 mm	–	0,034	1,80	–	–	0,034	1,80	0,034	1,80	–	–	
	70 mm	–	–	–	–	–	0,036	2,00	–	–	–	–	
	80 mm	–	–	–	–	0,036	2,30	0,036	2,30	–	–	0,036	2,30
	90 mm	–	–	–	–	–	–	0,038	2,50	–	–	–	–
	100 mm	–	–	–	–	0,038	2,80	0,038	2,80	–	–	0,038	2,80
	120 mm	–	–	–	–	0,038	3,20	0,038	3,20	–	–	0,038	3,20
	140 mm	–	–	–	–	–	–	0,038	3,65	–	–	–	–
	160 mm	–	–	–	–	–	–	0,038	4,20	–	–	–	–
	180 mm	–	–	–	–	–	–	0,040	4,45	–	–	–	–
Resistencia a la compresión con una deformación del 10% kPa	30 mm > 30 mm	CS(10V)	200 200	150 200	300 300	300 300	– 300	250 250	500 500	– 700	EN 826		
Fluencia a compresión kPa	30 mm > 30 mm	CC (2/1,5/50)	60 80	60 80	100 100	130 130	– 100	100 100	180 180	– 250	EN 1606		
Valor obtenido del esfuerzo de compresión bajo las losas de cimentación kPa	σ_{perm} f_{cd}	–	– –	– –	– –	130 ³⁾ 185	100 –	– –	180 255	250 355	DIBT Z-23.34- 1325		
Fuerza adhesión al hormigón kPa		TR 200	–	–	> 200	–	> 300	–	–	–	EN 1607		
Módulo de elasticidad a la compresión kPa	A corto plazo E A largo plazo E50	CM	10.000 –	10.000 –	15.000 –	20.000 5.000	20.000 –	15.000 –	30.000 10.000	40.000 14.000	EN 826		
Estabilidad dimensional a 70 °C y 90 % humedad relativa %		DS(TH)	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	EN 1604		
Comportamiento a la deformación: carga 40 kPa; 70 °C %		DLT(2)5	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %	EN 1605		
Coefficiente de dilatación térmica	Longitudinal Transversal	– –	0,08 0,06	0,08 0,06	0,08 0,06	0,08 0,06	0,08 0,06	0,08 0,06	0,08 0,06	0,08 0,06	DIN 53752		
Reacción al fuego ⁴⁾	Euroclase	–	E	E	E	E	E	E	E	E	EN 13501-1		
Absorción de agua a largo plazo por inmersión Vol.-%		WL(T)0,7	0,2	0,2	0,3	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	EN 12087		
Absorción de agua a largo plazo por difusión Vol.-%		WD(V)3	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 3	≤ 5	≤ 3	≤ 3	≤ 3	EN 12088		
Transmisión de vapor de agua (dependiente del espesor)		MU	200 – 100	200 – 100	200 – 80	150 – 50		150 – 100	150 – 80	150 – 100	EN 12086		
Resistencia a ciclos de congelación-descongelación Vol.-%		FT2	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	EN 12091		
Temperatura máx. de aplicación °C		–	75	75	75	75	75	75	75	75	EN 14706		

¹⁾ N/mm² = 1 MPa = 1.000 kPa ²⁾ 2500 CN: 2600 x 600 mm; 2500 CNS 1250 x 600 mm ³⁾ Para la instalación multicapa: 100 kPa ⁴⁾ Clase de material de construcción según DIN 4102-B1

Información sobre Styrodur® C

■ Catálogo general: Europe's Green Insulation

■ Aplicaciones

Aislamiento perimetral

Aplicaciones de gran resistencia a la compresión y aislamiento de suelos

Aislamiento de muros

Aislamiento de cubiertas

Aislamiento de techos

■ Temas especiales

Rehabilitación y modernización

Casa pasiva

Aislamiento térmico de instalaciones de biogás

■ Datos técnicos

Aplicaciones recomendadas y datos técnicos

■ Video Styrodur® C: Europa aísla en verde

■ Sitio web: www.styrodur.com

BASF Construction Chemicals España, S.L.

Pol. Ind. Las Labradas
Vial Aragón M-16
Apdo. Correos 79
31500 Tudela (Navarra)

www.styrodur.com