

B.- Poliuretano Proyectado en Fachadas ventiladas

El poliuretano proyectado es un material de aislamiento que se forma in situ mediante la pulverización simultánea de dos componentes sobre un sustrato.



Proceso de proyección de poliuretano

3. Características del Poliuretano Proyectado

Existen diversos tipos de poliuretano proyectado según las prestaciones que se desee obtener. Para el aislamiento y la protección de fachadas ventiladas se recomienda un poliuretano que alcance al menos los siguientes requisitos:

- Conductividad térmica: $\lambda = 0.028 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Contenido en Celda Cerrada: $> 90\%$ (CCC4)
- Reacción al fuego: Euroclase E o Euroclase C-s3,d0
- Conformidad de los sistemas con la norma UNE 92120-1 o UNE-EN 14315-1
- Conformidad de la puesta en obra con la norma UNE 92120-2 o UNE-EN 14315-2

4. Ventajas del Poliuretano Proyectado

El poliuretano proyectado ofrece muchas ventajas como aislamiento térmico de fachadas ventiladas, entre las que cabe destacar:



Aislamiento térmico:

- Valor muy bajo de conductividad térmica lo que implica un mayor aislamiento con menor espesor.
- Valor de cálculo envejecido: Robusto frente a las inclemencias del tiempo.
- Ausencia total de puentes térmicos.



Aislamiento acústico:

- El efecto de sellado mejora el aislamiento acústico a ruido aéreo de la fachada.



Impermeabilidad:

- Una proyección de poliuretano proyectado cumple con las exigencias recogidas en el CTE para alcanzar el Grado 5 (grado máximo) de resistencia de la fachada frente a la penetración de agua sin enfoscado previo y sin ningún otro requisito adicional.
- El aislamiento térmico permanece inalterable en presencia de agua de lluvia.
- La espuma, al expandir, envuelve anclajes, sella huecos, rellena fisuras y elimina las infiltraciones de aire.



Control de humedad:

- El poliuretano proyectado es impermeable al agua pero permeable al vapor de agua, permitiendo transpirar al cerramiento y evitando las condensaciones superficiales o intersticiales.



Seguridad frente al fuego:

- La versatilidad del poliuretano proyectado permite ofrecer soluciones seguras frente a la propagación del fuego en fachadas ventiladas.



Salubridad:

- El poliuretano es un material inocuo para las personas, que una vez instalado no desprende ningún tipo de partícula, fibra o sustancia perjudicial durante todo su ciclo de vida.



Sostenibilidad:

- Gracias a su eficiencia y su durabilidad, el poliuretano proyectado compensa en su fase de uso hasta 100 veces el impacto negativo que su fabricación, transporte, instalación y deshecho pueda tener.
- Al final de su vida útil, puede ser revalorizado como material de relleno de otros productos, puede recuperarse su energía interna mediante combustión, o puede ser reciclado y reconvertido en materia prima para fabricar nuevo poliuretano.



Estabilidad química:

- El poliuretano proyectado puede pigmentarse, pintarse, barnizarse o revestirse, ya que es estable frente a disolventes, ácidos, soluciones salinas o hidrocarburos.



Adherencia y adaptabilidad:

- La adherencia del poliuretano proyectado sobre los materiales de construcción comúnmente utilizados le permiten una puesta en obra rápida y sencilla garantizando la ausencia de descuelgues, asentamientos o aparición de juntas.



Puesta en obra:

- La necesaria intervención de mano de obra especializada en la puesta en obra es garantía de una buena instalación.
- Rapidez de ejecución, hasta 600 m² al día.
- No se precisan izados ni espacio de almacén en obra.
- Al tratarse de un Sistema Continuo Impermeable se consigue aislamiento e impermeabilización en una sola aplicación y desde el primer instante.

- No requiere de enfoscados hidrófugos y tiene unos costes indirectos muy bajos, por lo que proporciona un ahorro económico y la mejor relación calidad-precio.



Normalización y certificación:

- Producto aislante con doble certificación: Materias primas y puesta en obra, lo que proporciona una doble garantía de calidad.



Mercado:

- El poliuretano proyectado es la primera elección de los prescriptores en la ejecución de fachadas ventiladas.



5. Cumplimiento de las Exigencias del CTE con Poliuretano Proyectoado en Fachadas Ventiladas

5.1. Ahorro Energético (Cumplimiento del DB-HE1)

Para cumplir con las exigencias de aislamiento térmico del Código Técnico, ya sea la versión 2006 o su revisión de 2013, el espesor aproximado de poliuretano proyectado a aplicar varía con la zona climática de la siguiente forma:

Fachadas Ventiladas		
	CTE 2006	CTE 2013
Zona α	-	30
Zona A 	30-35	35-50
Zona B 	30-40	50-65
Zona C 	35-45	75-90
Zona D 	40-50	80-95
Zona E 	40-55	90-105

Espesores para cumplir las exigencias de aislamiento con poliuretano proyectado de $\lambda 0,028\text{W/m}\cdot\text{K}$



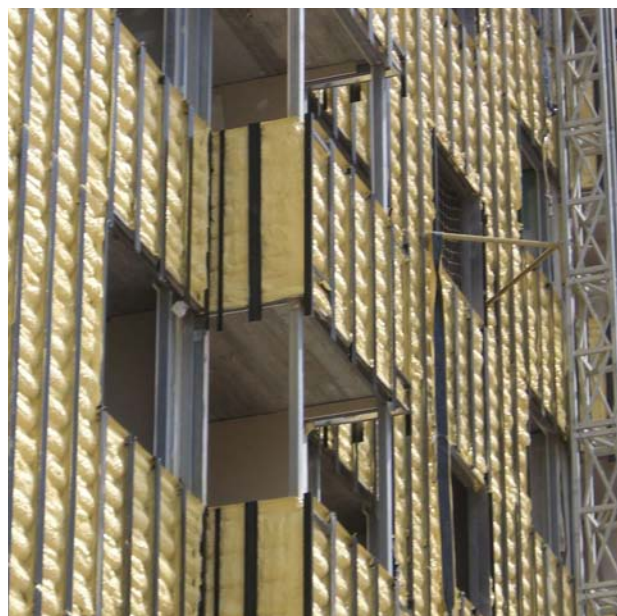
Zonas climáticas de España.

Conviene recordar que el CTE 2006 obliga a despreciar el efecto térmico de la cámara y las capas exteriores a ésta:

“Para cámaras de aire muy ventiladas, la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento.”

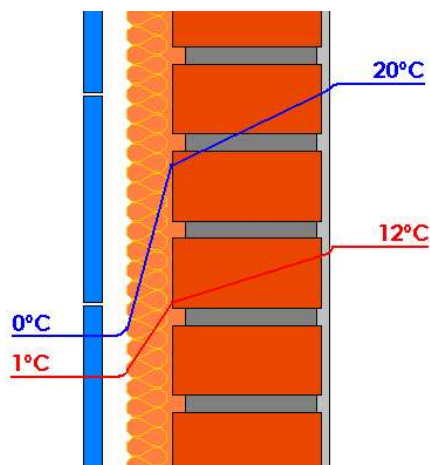
CTE 2006 DB-HE1 Anexo E Apartado E.1.1





5.2. Ausencia de condensaciones (Cumplimiento del DB-HE1)

Debido a la presencia de una cámara de aire ventilada en la cara fría del aislamiento, el análisis higrotérmico de la solución constructiva revela ausencia de condensaciones intersticiales en cualquier condición climática, tanto en invierno como en verano.



Ausencia de condensaciones en cualquier condición climática.

5.3. Protección frente al ruido (Cumplimiento del DB-HR)

El índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido predominante de tráfico, R_{Atr} , es de 56 dB, según el Expediente 09/100816-2122 de APPLUS.

Este valor de R_{Atr} satisface las exigencias acústicas de la parte ciega de la fachada para cualquier índice de ruido día y para cualquier uso del edificio.



Expediente número: 09/100816-2122

Página número: 12

6.- RESULTADOS

Aislamiento acústico al ruido aéreo según UNE-EN ISO 140-3

Peticionario: PU EUROPE - ATEPA

Muestra ensayada:

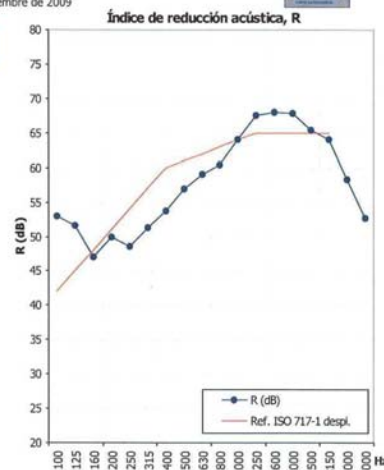
Cerramiento formado por pared de 240 mm de ladrillo cara vista revestida en cara interior con 15 mm de yeso manual y proyectado de espuma de poliuretano de 40 mm y 35 Kg/m³ en la otra cara

Masa por unidad de superficie, m_s (estimada): 450 Kg/m²

Área, S de la muestra: 12,96 m² (4 x 3,24 m)

Fecha de ensayo: 17 de diciembre de 2009

Frecuencia (Hz)	R (dB)
100	52,9
125	51,6
160	47,0
200	50,0
250	48,6
315	51,3
400	53,7
500	56,9
630	59,0
800	60,4
1000	64,1
1250	67,5
1600	68,0
2000	67,8
2500	65,4
3150	64,0
4000	58,3
5000	52,7



Índice global de reducción acústica ponderado A, R_A :	58,2 dBA
Índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles, R_{Atr} :	56,5 dBA
Índice global de reducción acústica, R_w (C; C _{tr}):	61 (-1; -4) dB

Los resultados se refieren exclusivamente a las mediciones realizadas con la muestra, producto o material entregado a LGAI Technological Center el día señalado y ensayado en las condiciones indicadas en este documento.

Resultados del ensayo de aislamiento acústico a ruido aéreo de una fachada ventilada aislada con poliuretano proyectado.

5.4. Protección frente al agua (Cumplimiento del DB-HS1)

El poliuretano proyectado de celda cerrada es un revestimiento continuo intermedio (Catálogo de

Elementos Constructivos, Tabla 4.2.1), por lo que garantiza el cumplimiento de la exigencia de protección frente al agua del Código Técnico en cualquier fachada, para cualquier grado de impermeabilidad, y sin enfoscado previo.

“El poliuretano proyectado con un espesor medio ≥ 40 mm y una densidad ≥ 35 kg/m³ puede considerarse revestimiento de tipo B3, además de ser aislante térmico.”

CEC Tabla 4.2.1

En las fachadas ventiladas, donde el aislamiento térmico queda siempre expuesto a la acción del agua de lluvia, es fundamental que el aislamiento no solo sea “no hidrófilo”, sino que además suponga una barrera impermeable frente al agua. De esta forma el agua de lluvia no afectará a las prestaciones térmicas del aislamiento, y el aislamiento protegerá del agua a la hoja principal de la fachada.



Adherencia, continuidad, impermeabilidad y adaptabilidad garantizan la protección frente al agua de la fachada y el aislamiento.

El poliuretano proyectado se adapta a la geometría de la fachada por compleja que esta sea, envuelve anclajes, rellena fisuras, no tiene juntas ni solapes y forma una protección continua e impermeable.

5.5. Seguridad en caso de incendio (Cumplimiento del DB-SI2)

Las exigencias de seguridad en caso de incendio del CTE para fachadas ventiladas vienen recogidas en el párrafo 4 del Apartado 1 del DB-SI2.

“La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3,d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.”

CTE DB-SI2 Apartado 1

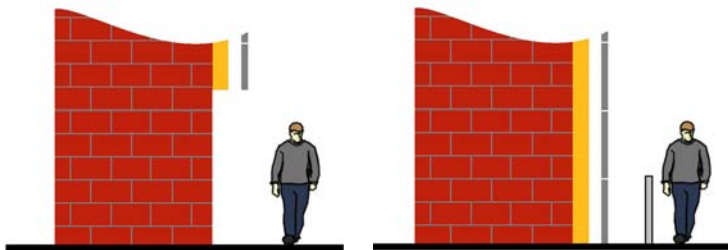




5.5.3. Fachadas de más de 18 m de altura

Por tanto podemos distinguir tres casos:

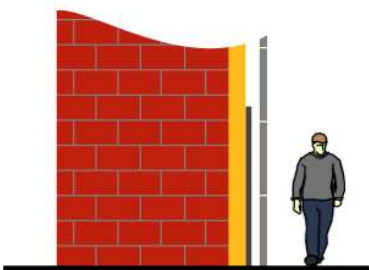
5.5.1. Fachadas de menos de 18 m de altura, y arranque no accesible



Se puede proyectar sin restricción.

Si la fachada ventilada tiene un desarrollo vertical continuo menor de 18 m de altura, y su arranque no es accesible al público bien por encontrarse en una zona de acceso privado, bien por empezar a una altura no accesible, se puede proyectar poliuretano Euroclase E en toda la fachada sin ningún tipo de restricción.

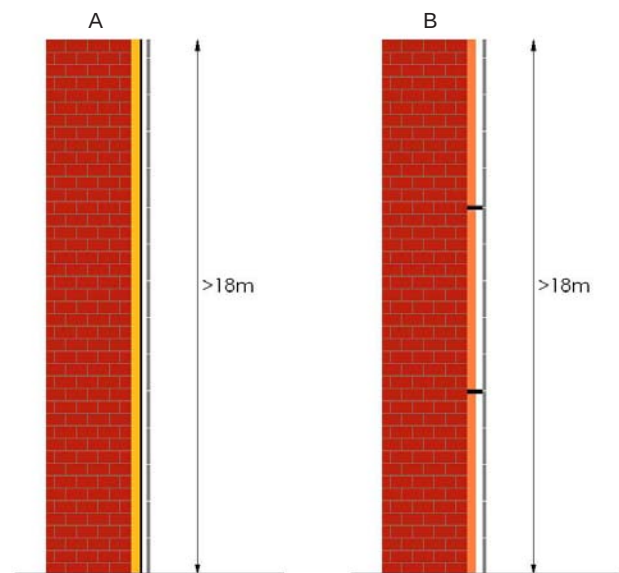
5.5.2. Fachadas de menos de 18 m de altura, y arranque accesible



Si el arranque es accesible, pero el desarrollo vertical de la fachada ventilada se mantiene por debajo de los 18 m de altura, será necesario proteger únicamente los primeros 3,5 m de las zonas accesibles con un mortero aplicado sobre la espuma Euroclase E, tal como se indica en el Apartado 6.4

Si el desarrollo vertical de la fachada ventilada es superior a los 18 m de altura, entonces hay dos opciones:

- Proyectar poliuretano Euroclase E y proteger la totalidad de la superficie expuesta con un mortero.
- Proyectar poliuretano Euroclase C-s3,d0 y realizar una barrera cortafuegos E-30 cada 10 m de altura que compartimente la cámara.



Proteger la totalidad del poliuretano (A), o utilizar poliuretano ignífugado con barreras cortafuegos (B)



Ejemplo de barrera cortafuegos.

6. Puesta en Obra

Una correcta puesta en obra es la forma de garantizar que las prestaciones declaradas por los fabricantes de los productos de construcción se mantienen en el producto instalado, con el poliuretano proyectado o con cualquier otro material de construcción. Para ello el control de la ejecución y del producto instalado es imprescindible.

6.1. Calidad Certificada

En el caso del poliuretano proyectado, se debe exigir que el aplicador emplee siempre sistemas con calidad certificada (Marca N, Marca Q o APPLUS) conforme a la Norma UNE 92120-1 o UNE-EN 14315-1, y a partir de 2014 se deberá exigir también el Marcado CE y la Declaración de Prestaciones (DoP) según el Reglamento de Productos de la Construcción (RPC).

Como medida adicional de garantía, conviene contratar los servicios de una empresa de aplicación con certificación de calidad de la instalación, conforme a la Norma UNE 92120-2 o UNE-EN 14315-2.

6.2. Actuaciones Previas

Antes de proceder a la proyección de poliuretano es necesario realizar las siguientes actuaciones:

- Limpieza y acondicionamiento de la cara exterior de la fachada.
- Protección de huecos, carpinterías o superficies que no deban ser aisladas.
- Colocación de la subestructura o al menos de los anclajes de la misma para evitar tener que dañar la continuidad de la espuma una vez aplicada.

6.3. Control de la Instalación

El Informe UNE 92325 de AENOR recoge los criterios a tener en cuenta para un correcto control de la instalación de los productos de aislamiento térmico en edificación. El apartado E.7 recoge los criterios para el control del poliuretano proyectado en fachadas ventiladas.

E.7	FACHADA VENTILADA. Se deben comprobar los siguientes aspectos:		
E.7.1	Antes de la proyección:		
E.7.1.1	La densidad nominal del sistema es $\geq 33 \text{ kg/m}^3$	SI	NO
E.7.1.2	OPCIONAL: El aplicador controla que la velocidad del viento no sea superior a 30 km/h	SI	NO
E.7.1.3	OPCIONAL: El anclaje de la subestructura al muro está instalado, para no romper la continuidad de la espuma posteriormente	SI	NO
E.7.2	Después de la proyección:		
E.7.2.1	OPCIONAL: Los frentes de forjado han quedado uniformemente aislados	SI	NO
E.7.2.2	OPCIONAL: La espuma va a ser cubierta en un periodo inferior a un año	SI	NO

Extracto del Anexo E del Informe UNE 92325.

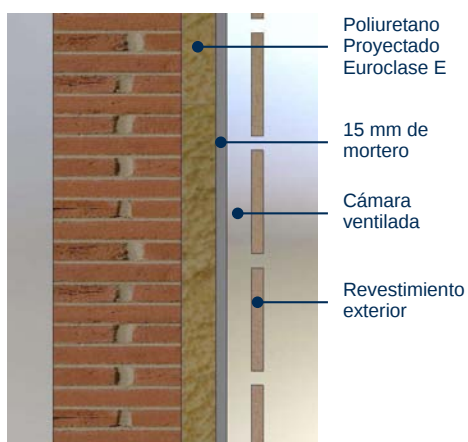




6.4. Protección contra el Fuego

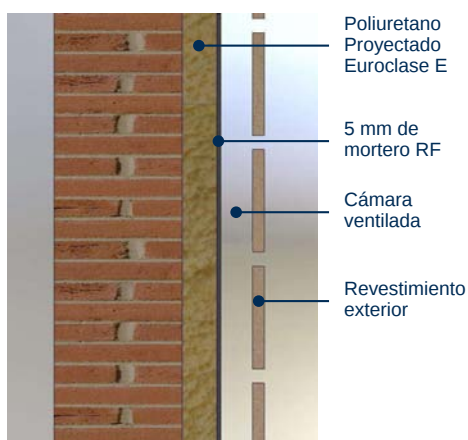
Para proteger la espuma frente a la acción del fuego existen varios sistemas:

Poliuretano proyectado genérico Euroclase E, espesor máximo 40 mm + imprimación adherente + mortero genérico, espesor medio 15 mm (Clasificación B-s1,d0 según Informe Técnico nº 0168T04 de Afiti Licof)



Solución con revestimiento de mortero genérico.

Poliuretano proyectado genérico Euroclase E, espesor máximo 40 mm + imprimación adherente + mortero RF, espesor medio 5 mm (Clasificación B-s1,d0 Informe de Ensayo nº 2160T10 de Afiti Licof)

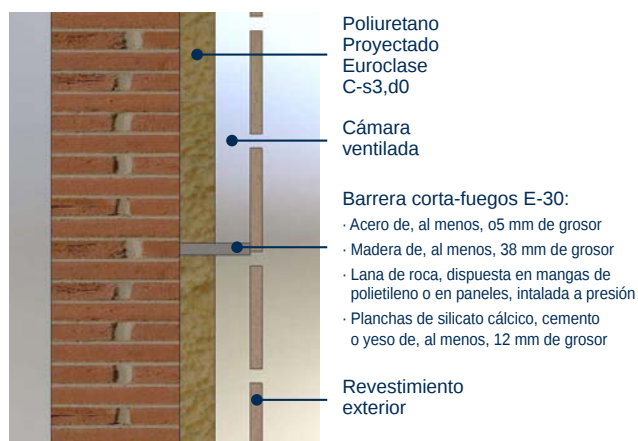


Solución con revestimiento de mortero refractario.

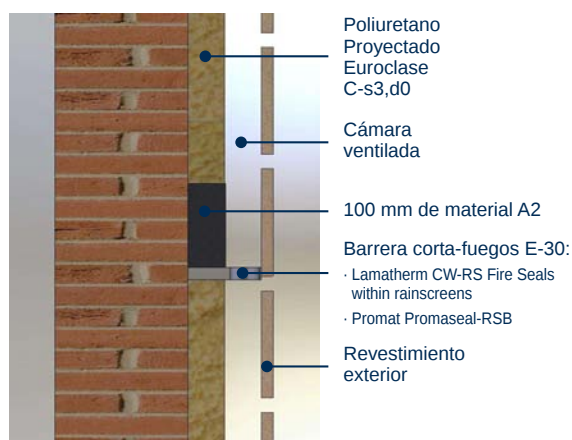
6.5. Compartimentación de la Cámara

Para limitar la propagación vertical del fuego por el interior de una fachada ventilada de más de 18 m de altura, el Informe nº 19.372 del Instituto Eduardo Torroja propone utilizar poliuretano proyectado Euroclase C-s3,d0, y compartimentar la cámara mediante barreras horizontales corta-fuego, situadas cada 3 plantas o 10 m, tomándose la menor de las alturas, con una resistencia E-30.

Estas barreras corta-fuegos pueden ser intumescentes o no. En caso de barreras corta-fuegos con materiales intumescentes, deberá incluirse una banda de material al menos A2 en una franja de al menos 100 mm sobre la barrera, en sustitución del poliuretano.



Solución de barreras corta-fuegos E-30.



Solución de barreras corta-fuegos E-30 intumescentes.

7. Prescripción de Poliuretano Proyectado en Fachadas Ventiladas

Para incluir la partida de poliuretano proyectado en el proyecto se recomienda el siguiente texto según el caso:

Fachadas de menos de 18 m de altura, y arranque no accesible

"Aislamiento térmico y protección frente al agua mediante espuma rígida de poliuretano proyectado sobre la cara exterior de la hoja principal de la fachada, en la cámara ventilada, espesor medio _____ mm, densidad media 35 kg/m³, contenido en celda cerrada > 90% (CCC4), Euroclase E, sistemas certificados conformes a la Norma UNE 92120-1 o UNE-EN 14315-1, instalación conforme a la Norma UNE 92120-2 o UNE-EN 14315-2, incluyendo maquinaria medios auxiliares, medición según Informe UNE 92310, control en obra según Norma UNE 92325."

Fachadas de menos de 18 m de altura, y arranque accesible

"Aislamiento térmico y protección frente al agua mediante espuma rígida de poliuretano proyectado sobre la cara exterior de la hoja principal de la fachada, en la cámara ventilada, espesor medio _____ mm, densidad media 35 kg/m³, contenido en celda cerrada > 90% (CCC4), Euroclase E, sistemas certificados conformes a la Norma UNE 92120-1 o UNE-EN 14315-1, instalación conforme a la Norma UNE 92120-2 o UNE-EN 14315-2, incluyendo protección con mortero los 3,5 primeros metros, incluyendo maquinaria medios auxiliares, medición según Informe UNE 92310, control en obra según Norma UNE 92325."

Fachadas de más de 18 m de altura y protección con mortero

"Aislamiento térmico y protección frente al agua mediante espuma rígida de poliuretano proyectado sobre la cara exterior de la hoja principal de la fachada, en la cámara ventilada, espesor medio _____ mm, densidad media 35 kg/m³, contenido en celda cerrada > 90% (CCC4), Euroclase E, sistemas certificados conformes a la Norma UNE 92120-1 o UNE-EN 14315-1, instalación conforme a la Norma UNE 92120-2 o UNE-EN 14315-2, incluyendo protección con mortero, incluyendo maquinaria medios auxiliares, medición según Informe UNE 92310, control en obra según Norma UNE 92325."

Fachadas de más de 18 m de altura y barreras cortafuegos E-30

"Aislamiento térmico y protección frente al agua mediante espuma rígida de poliuretano proyectado sobre la cara exterior de la hoja principal de la fachada, en la cámara ventilada, espesor medio _____ mm, densidad media 35 kg/m³, contenido en celda cerrada > 90% (CCC4), Euroclase C-s3,d0, sistemas certificados conformes a la Norma UNE 92120-1 o UNE-EN 14315-1, instalación conforme a la Norma UNE 92120-2 o UNE-EN 14315-2, incluyendo barreras cortafuegos E-30 cada 10 m de altura, incluyendo maquinaria medios auxiliares, medición según Informe UNE 92310, control en obra según Norma UNE 92325."