

GUIA DE

REHABILITACION

CON

POLIURETANO

**EFICIENCIA
ENERGETICA
EN
EDIFICIOS
EXISTENTES**

Edición Enero 2007

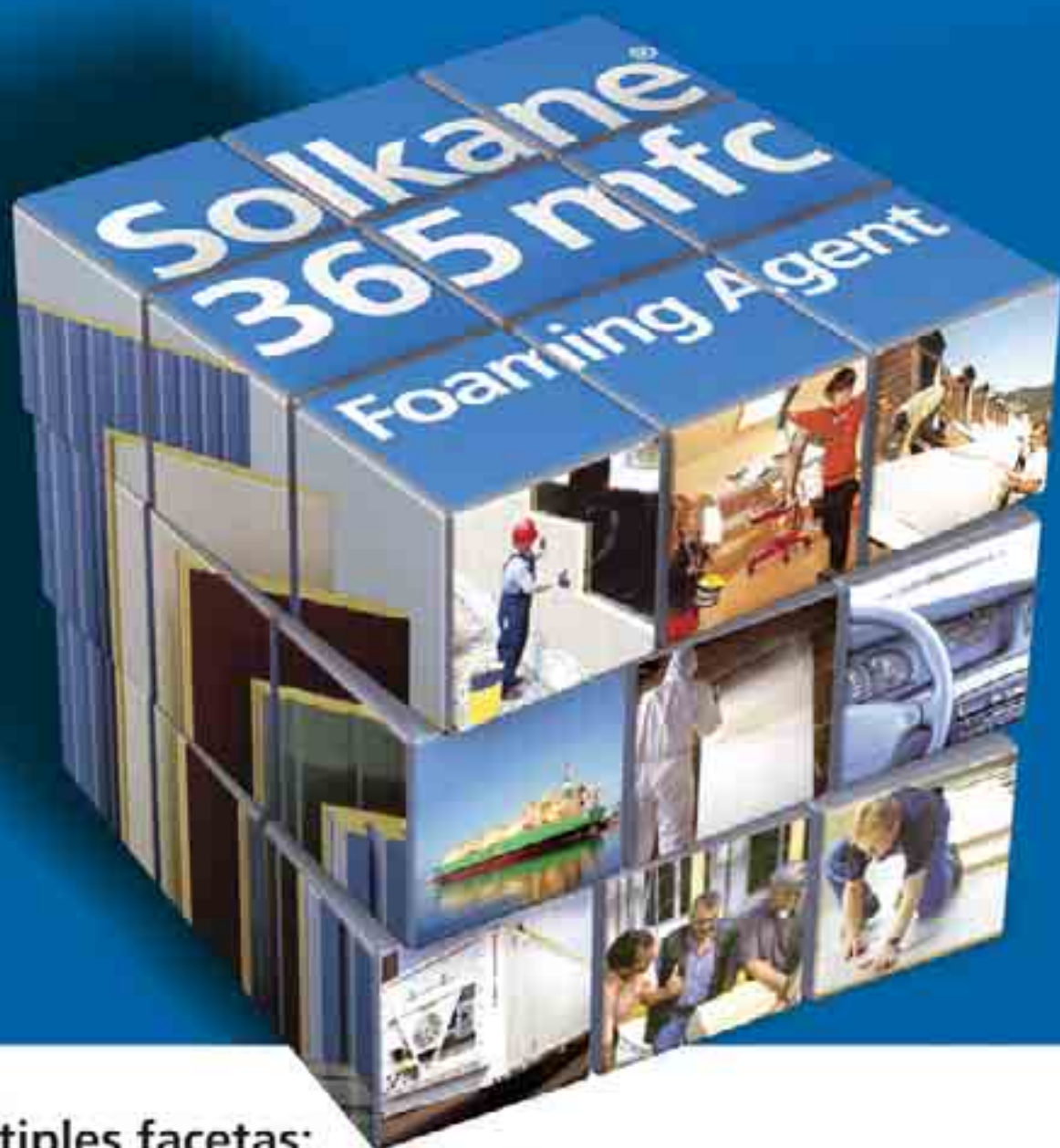


IPUR
Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido

**RENOVACION TERMICA
DE LA ENVOLVENTE**

Contribución del **AISLAMIENTO**
con **POLIURETANO**

SOLVAY



Con múltiples facetas:

A la cabeza

Es difícil mejorar a Solkane® 365mfc si se desea obtener PUR (espuma de poliuretano) de alto rendimiento a precios competitivos, es difícil mejorar a Solkane® 365mfc. Solkane® 365mfc le proporciona mejores valores lambda que cualquier otra espuma termooactiva con cero ODP. Consulte nuestros estudios de ecoeficiencia más recientes que demuestran de la forma más clara cómo Solkane® 365mfc mejora sus productos PUR/PIR (poliuretano/polisocianurato), tanto económica como ecológicamente.

Manipulación segura

Con un punto de ebullición de 40°C, Solkane® 365mfc es realmente un líquido. Esto garantiza una sencilla manipulación y un embalaje seguro y económico.

El mejor equipo

Solkane® 365mfc es el perfecto compañero de equipo: con la gama propia de R365/227 de Solvay de compuestos no inflamables, y otras combinaciones con fluorocarburos o incluso hidrocarburos, las opciones son prácticamente ilimitadas. La utilización de Solkane® 365mfc en su sistema maximiza el rendimiento de aislamiento y minimiza los costes de materias primas. Con Solkane® 365mfc en su equipo usted estará siempre en una posición ganadora.

Gran protección

Solkane® 365mfc es la opción ideal cuando se requiere la clase de seguridad antincendios más alta. Esto se puede incluso mejorar con IXOL®: la gama propia de Solvay de polialcoholes reactivos retardantes de llama.

Consúltenos si desea saber más

Postfach 220
D-30002 Hannover
Línea telefónica comercial +49 511 857-2444
Línea telefónica técnica +49 511 857-2653
Fax +49 511 857-2166
foamingagents@solvay.com
www.solvay-fluor.com

Solvay Fluor



La Pasión por el progreso®

Grupo químico y farmacéutico

SOLFLUOR IBÉRICA, S.L.
C / Dos Licores, 5169
Centro Empresarial, Pol. Ind. Marrataz
(E-07141 Marrataz (Islas Baleares))
Tél: +34 971 229700
Fax: +34 971 229701

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Objeto	3
3. Ámbito de aplicación	4
4. Tipologías constructivas	4
5. Criterios de calidad y diseño	7
6. Soluciones de rehabilitación	14
7. Índices de eficiencia energética	31
8. Criterios para el mantenimiento	31
9. Procedimiento para la realización del Proyecto	31
10. Casos Prácticos	32
11. Bibliografía	40
12. Conclusiones	40

1. INTRODUCCIÓN

Disponer de la energía necesaria es imprescindible para nuestro progreso y bienestar social, pero si la derrochamos las consecuencias económicas, sociales y medioambientales serán muy negativas para todos.

Debemos hacer un uso eficiente de la energía que necesitamos, limitando las pérdidas donde sea posible.

El cambio climático es actualmente una de las principales amenazas a las que se enfrenta la sociedad en todo el mundo. Nuestro país, como firmante del Protocolo de Kyoto, tiene como objetivo reducir las emisiones de gases con efecto invernadero. El objetivo europeo es reducir las emisiones en un 8% en 2012 respecto a las de 1990. En el caso de España las emisiones para el periodo 2008-2012 deberán estar como máximo un 15% por encima de las de 1990.

Además del aspecto medioambiental, nuestro país tiene otro elemento que hace de la política de eficiencia energética un eje del crecimiento económico, se trata de la enorme dependencia energética del exterior, en un 79% (por encima del 50% europeo).

Por todo ello, el Gobierno ha puesto en marcha para los próximos dos años un **Plan de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética**. El cumplimiento de sus objetivos significará el ahorro de 12 millones de toneladas equivalentes de petróleo, la reducción de un 20% de las importaciones de petróleo y una reducción de emisiones de CO₂ de 32,5 millones de toneladas.

Se han establecido diferentes medidas para diversos sectores de la economía: edificios, industria, transporte, servicios públicos, equipamiento residencial, agricultura, pesca y transformación de la energía.

En los próximos años, el Plan de Acción del Gobierno para los Edificios se concentra en el parque de edificios existentes, resultando de estas actuaciones una reducción neta de las emisiones de CO₂ y un ahorro incuestionable de energía.

Destaca en el Plan la medida de “rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios existentes”, cuyo objetivo es reducir la demanda energética en calefacción y refrigeración en el sector de edificios existentes, mediante la aplicación de criterios de eficiencia energética en la rehabilitación de su envolvente térmica.

El consumo energético de la calefacción y el aire acondicionado supone aproximadamente la mitad del consumo total de energía del edificio.

Las reformas importantes de los edificios existentes son una buena oportunidad para tomar medidas eficaces con el fin de aumentar su rendimiento energético, tal como propone la Directiva 2002/91/CE de eficiencia energética de los edificios.

Las reformas importantes son una excelente oportunidad para ahorrar energía en los edificios.

Se entenderá como envolvente térmica del edificio, tanto los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior (cubiertas y fachadas) como las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables, que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

La mejora del aislamiento térmico del edificio puede suponer ahorros energéticos, económicos y de emisiones de CO₂ del 30% en el consumo de calefacción y aire acondicionado. Las exigencias actuales de aislamiento del CTE son bajas, está previsto un incremento para alcanzar niveles mas exigentes en 5-10 años. Al rehabilitar térmicamente un edificio se debe tener en cuenta ese futuro, ya que siempre supondrá un incremento del % de ahorro.

La mejora del aislamiento térmico del edificio puede suponer ahorros del 30% en el consumo de calefacción y aire acondicionado.

2. OBJETO

El propósito de esta publicación es proporcionar información sobre las oportunidades para ahorrar energía mediante la rehabilitación térmica del parque de edificios existentes con soluciones constructivas que incluyan aislamiento con poliuretano. Se considera de especial interés para las autoridades locales y autonómicas, así como para propietarios de edificios o viviendas y administradores de fincas, que encontrarán en esta información inspiración para tomar decisiones en este ámbito.

La espuma de poliuretano es uno de los productos aislantes más empleados en construcción. Las razones principales son **su versatilidad y sus prestaciones**. Se encuentra en forma de:

- proyección "in situ"
- planchas conformadas
- paneles sándwich prefabricados

Y destaca entre los aislantes térmicos por su:

- elevada capacidad aislante
- durabilidad en el tiempo

El aislamiento térmico de los edificios

El aislamiento térmico es la piedra angular de la **edificación sostenible**. Su empleo de forma óptima garantiza el **equilibrio entre los beneficios sociales, económicos y medioambientales** minimizando los diversos costes durante la vida útil de los edificios.



La nueva regulación en materia de **Ahorro de Energía y Aislamiento Térmico del Código Técnico de la Edificación** establece los niveles de limitación de la demanda energética de las diferentes partes de los edificios: fachadas o muros, cubiertas, suelos y huecos.

Indudablemente para que otras medidas de ahorro y eficiencia energética sean rentables (instalaciones térmicas de bajo consumo o fuentes de energía renovables), es necesario reducir las pérdidas energéticas del edificio en todos y cada uno de los elementos que están en contacto con ambientes no climatizados.

El aislamiento de fachadas, cubiertas y suelos reduce las pérdidas de energía debidas a la diferencia de temperatura entre recintos con independencia de cómo se ha generado el frío o el calor, es decir, independiente de que la fuente de energía sea renovable o no.

La diversa climatología de nuestro país y las distintas tipologías constructivas asociadas ofrecen un gran número de posibilidades de aislar nuestros edificios para que ahorren energía y disminuyan las emisiones de CO₂.

3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

En el caso de los edificios de nueva construcción las opciones se multiplican pero cuando llega el momento de rehabilitar un edificio térmicamente, las posibilidades se reducen y las características constructivas establecen los límites, pasando a un primer plano el análisis de viabilidad de las intervenciones.

Las tipologías edificatorias que más pueden aprovechar estas técnicas son aquellas:

- cuyo cerramiento en fachada tenga una gran superficie opaca, o dicho de otro modo, con poca superficie acristalada.
- cuyo cerramiento en cubierta sea accesible y con pocas heterogeneidades que permitan la intervención en buena parte de la superficie.

La altura del edificio no es una limitación, no obstante, la intervención en cubierta sólo suele afectar a las dos o tres plantas que se encuentran bajo la misma.

Concentrando las intervenciones en cubiertas y fachadas, y siempre en función de la tipología constructiva nos encontramos con dos grandes grupos de intervenciones:

- Las que se realizan desde el interior, que suelen producir molestias en los usuarios del edificio y en algún caso reducen el espacio útil.
- Las que se realizan desde el exterior, que necesitan la utilización de medios auxiliares (como andamios) encareciendo la intervención.

4. TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

A continuación se recogen brevemente aspectos característicos de las diferentes soluciones constructivas de rehabilitación de fachadas y cubiertas.

FACHADAS O MUROS

Aislamiento de fachadas por el exterior.

Se realiza en muros de una hoja o con cámara de aire no accesible y con posibilidad de renovar estéticamente la fachada. Una vez colocado el aislamiento al muro soporte las diferencias técnicas y económicas de los sistemas se hallan en el tipo de revestimiento.

- Revestimiento continuo con acabado pétreo-polimérico que impermeabiliza y protege la fachada.
- Revestimiento discontinuo pétreo o cerámico sobre estructura de madera o metálica, dando lugar a una fachada ventilada.

En el caso de la fachada ventilada la tecnología más utilizada por sus prestaciones es la proyección de espuma de poliuretano. En determinados casos los paneles sándwich “arquitectónicos” dan lugar a una fachada aislada por el exterior pero sin ventilar.

Aislamiento de fachadas por el interior.

Se realiza en muros de una hoja o con cámara de aire no accesible y manteniendo la estética exterior de la fachada.

El factor determinante es la cantidad de espacio disponible, lo cual limita el espesor del aislamiento que se adopte.

Normalmente el mejor resultado se consigue combinando aislamientos de baja conductividad térmica y poco espesor con trasdosados armados o directos a base de placas de yeso laminado como acabado interior.

En el caso del aislamiento interior de la fachada se empleará normalmente espuma de poliuretano proyectada en el caso de que haya desalojo de los ocupantes o bien planchas de poliuretano conformado.

Relleno de cámaras de aire.

Se realiza en muros de doble hoja con cámara de aire accesible (bien desde el interior o desde el exterior).

Las técnicas de inyección de los diversos productos aislantes están muy desarrolladas y exigen diferentes controles durante su ejecución:

- Revisión de las paredes (exterior e interior) por si existen grietas, defectos en las juntas o humedades que puedan reducir su resistencia durante la inyección del aislante. Exigen la detección de sus causas y su correcta reparación.
- Comprobar la continuidad de la cámara y la existencia de un espesor mínimo de relleno.
- Comprobar la existencia de cableados interiores a las cámaras.

Esta técnica es la que requiere más precisión y especialización por parte del aplicador.

Para el **caso de relleno mediante espuma de poliuretano de baja densidad:**

- Recomendaciones de la puesta en obra:

Las inyecciones se realizarán a través de pequeños taladros espaciados, como máximo 50 cm entre sí, sin que se sitúen sobre la misma vertical.

La inyección debe comenzar por los taladros situados en la parte inferior, llenando la cámara de abajo arriba lentamente ya que el material específico para estos casos, de baja densidad, en expansión libre y con un periodo de espumación lento debe saturar el volumen de la cámara sin crear tensiones excesivas en las fábricas colaterales ya que éstas se pueden llegar a fisurar.

1
2
3
4 **La inyección de poliuretano en cámaras de aire conforme a unas rigurosas condiciones de puesta en obra consiguen el relleno de la cámara con un aceptable aislamiento continuo y rígido, que no se asienta con el paso del tiempo.**
5
6

8 **CUBIERTAS**

9 Ante todo hay que señalar que las intervenciones en cubiertas son siempre más viables que las intervenciones en las fachadas,
10 por la accesibilidad de las mismas, y porque dentro del mantenimiento del edificio, es más habitual que se realicen reparacio-
11 nes en estas unidades de obra.

12 Las técnicas constructivas de incorporación del aislamiento en cubiertas estarán habitualmente ligadas a la necesidad de repa-
13 rar el sistema de impermeabilización.

14 Distinguiremos en cada caso este condicionante en el análisis de la solución constructiva.

15 **Aislamiento de cubiertas inclinadas o tejados.**

16 Depende de la necesidad de renovar total o parcialmente el revestimiento impermeable del tejado (teja, pizarra, etc.).

17 La suma de una capa de producto aislante no disminuye la sollicitación mecánica de la cubierta, sino que en la mayoría de los
18 casos la mejora, como en la proyección de espuma rígida de poliuretano sobre ripias u otros soportes ligeros que además en el
19 caso de estar deteriorados los rehabilita.

20 Las técnicas de fijación del tejado marcarán el modo de fijación del producto aislante: adherido, proyectado, fijado mecánica-
21 mente o entre rastreles principalmente.

22 Las planchas de poliuretano conformado y la espuma de poliuretano proyectada se adaptan a las diferentes posibilidades de aca-
23 bado de estos tejados.

24 **Una intervención exterior de fácil ejecución y excelentes prestaciones es la aplicación del aislante sobre el teja-
25 do con una protección posterior (técnica habitual con proyección de espuma rígida de poliuretano y acabado con
26 elastómero para protección de UV).**

27 Lo más habitual, si existe altura disponible, es la intervención por el interior.

28
29 **La intervención bajo cubierta en el caso de que este espacio sea accesible o pueda practicarse un acceso provi-
30 sional o definitivo, será bien proyectando bajo el faldón o bien colocando aislamiento sobre el forjado entre tabi-
31 quillos (proyectado o en forma de planchas conformadas)**

32 **Aislamiento de cubiertas planas o azoteas.**

33 Estas construcciones, por su tipo de impermeabilización requieren de una intervención periódica para garantizar sus prestacio-
34 nes de resistencia al paso del agua (las cuales se ven reducidas con el paso del tiempo).

35 Es una buena ocasión para incorporar aislamiento o aumentar su nivel en estas cubiertas.

36 Una vez retirado o reparado el sistema de protección de la impermeabilización, se puede dar la ejecución de diversas técnicas
37 de aislamiento.
38
39
40

- **En el caso de levantar la impermeabilización**, se ejecutaría la instalación del aislamiento y por encima se colocaría la nueva impermeabilización.

Las planchas de poliuretano conformadas, cubrirán el soporte de la cubierta y se revestirán con la impermeabilización y el acabado deseado.

En el caso de la proyección de espuma de poliuretano cabe la posibilidad de proteger el aislamiento con otra proyección, en este caso con elastómero de alta densidad.

La proyección con espuma de poliuretano sobre barrera de vapor y posterior proyección de elastómero de alta densidad garantizan aislamiento, impermeabilización, ausencia de condensaciones intersticiales y protección frente a UV, proporcionando a la cubierta las prestaciones y durabilidad necesarias.

En el caso de que se repare la cubierta completamente, incluyendo la estructura, puede valorarse una nueva construcción metálica que incluya los paneles sándwich como cerramiento.

5. CRITERIOS DE CALIDAD Y DISEÑO

El poliuretano aislante es una espuma rígida de celdas cerradas empleada en diversas aplicaciones en construcción tanto residencial como industrial.

Se utiliza como material de aislamiento térmico en forma espuma proyectada “in situ”, en forma de planchas en combinación con diversos revestimientos o en forma de panel sándwich.

5.1. Espuma de poliuretano proyectada

5.1.1. MATERIALES

Las espumas de poliuretano para aislamiento térmico mediante proyección son el resultado de un proceso de reacción química exotérmica de dos componentes; poliol e isocianato, que conjuntamente con un agente expandente, dan lugar a un material rígido con un porcentaje de celda cerrada superior al 90 % y una conductividad térmica con un ($\lambda 0.022$ W/(m·K) valor inicial y un valor de cálculo envejecido a 25 años de ($\lambda 0.028$ W/(m·K). Configurando un sistema adherido continuo e impermeable, destacando por estas razones el efecto de sellado, tan importante para evitar humedades, paso de aire y por consiguiente aislamiento al ruido aéreo. La descripción de los componentes consta en la **Norma UNE 92120-1**.

La producción de la espuma rígida de poliuretano queda descrita en la norma **UNE 92120-2** y consiste básicamente en una proyección realizada mediante maquina de aplicación de relación fija, dispuestas en un elemento de transporte (factoría auto-transportada).

En la misma Norma se describe la ejecución de la proyección.

La tipología de las espumas rígidas de poliuretano corresponde a su caracterización en base a la idoneidad de empleo, densidad y relacionada con ella, resistencia a compresión, según la tabla de la página siguiente:

USO PREVISTO	DENSIDAD MÍNIMA APLICADA (KG/M ³) INCLUIDAS LAS PIELES	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (KPA)
Cubiertas Planas visitables	45-55	≥ 200 k Pa
Cubiertas Inclclinadas	35-40	≥ 150 k Pa
Paramentos verticales	≥ 33	No procede

5.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPUMA RÍGIDA

CARACTERÍSTICAS	NORMA	UNIDAD	PROPIEDADES					
			30	35	40	45	50	55
Densidad	UNE EN 1602	Kg/m ³	30	35	40	45	50	55
Espesor	UNE 92120	mm	>30 en paredes >30 en cubiertas					
Conductividad Térmica	UNE EN 12667	W/m·K	λ _{10°C} envejecido a 25 años 0.028 Con expandentes HFC					
Resistencia a la compresión	UNE EN 826	kPa	>115	>150	>185	>220	>255	>290
Absorción de agua	UNE EN 12087	% en volumen	<4.1	<3.7	<3.3	<2.9	<2.6	<2.4
Permeabilidad al vapor de agua	UNE EN 12086	—	>60	>105	>115	>127	>142	>150
Resistencia a la tracción	UNE EN 1607	kPa	>180	>275	>370	>450	>550	>680
Estructura celular	ISO 4590	% Cerrada	> 90					
Comportamiento al fuego desnudo	UNE EN 13501-1	—	Desde E hasta C, s3-d0					
Comportamiento al fuego en aplicación final de uso	UNE EN 13501	—	Desde D,s3-d0 hasta B,s1-d0 según aplicación final de uso					
Coefficiente de dilatación o contracción		1/K	De 5 a 8·10 ⁻⁵					

Resistencia al paso de vapor de agua, factor μ .

Las espumas de poliuretano aplicadas por proyección tienen una resistencia o factor μ que varía con la densidad, debiéndose tener en cuenta para los cálculos los valores recogidos en la tabla.

Partiendo de estas diferencias, y por tanto, dependiendo de la densidad que utilicemos, podemos conseguir soluciones constructivas seguras, que nos garanticen la ausencia de condensaciones intersticiales. En soluciones constructivas que estén sometidas a condiciones extremas, y previo estudio higrotérmico, será necesario incorporar barreras anti-vapor.

5.1.3. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE FIJACIÓN DE LA ESPUMA A DISTINTOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS ¹

5.1.3.1. Condiciones generales

La puesta en obra mediante proyección de las espumas rígidas de poliuretano y, en su caso, capas de acabado por proyección, requiere tener en cuenta los siguientes aspectos generales:

¹ Al respecto y como documentación se ha contemplado la revista: Journal of thermal insulation and building envelopes. Volumen 21. Abril de 1998.

- Establecimiento de especificaciones de los componentes del sistema en función de las características finales de la unidad de obra.
- Preacondicionado de las superficies a proyectar en caso necesario.
- Condiciones ambientales durante la aplicación y preacondicionamiento de componentes.
- Operaciones de preparación de componentes y acondicionamiento de la pistola de proyección, con verificación de los parámetros de la espuma obtenida así como del aspecto de las capas de acabado.

5.1.3.2. Establecimiento de especificaciones de los componentes del sistema en función de las características finales de la unidad de obra

Previamente al inicio de cada trabajo se observarán las pautas siguientes:

- Elección de los componentes. Al efecto se utilizarán los componentes de la densidad contratada.
- Se recomienda que en la elección de los sistemas se opte por aquellos que estén provistos de una certificación de calidad (en el mercado español + del 90%).
- En caso de cambio de suministrador se verificará las características de adecuación del sistema.

5.1.3.3. El preacondicionado de las superficies a proyectar

La espuma de poliuretano presenta buena adherencia en contacto con la mayor parte de los materiales de construcción no obstante, las superficies sobre las que se vayan a realizar las proyecciones deben estar limpias, secas y ausentes de grasas y aceites, así como desprovistas de capas de herrumbre o de material envejecido. Las superficies de hormigón deberán limpiarse de la lámina de lechada superficial donde ésta esté presente. A los efectos, se utilizarán cepillos adecuados.

Una vez limpias las superficies, se recomienda el uso de sustancias imprimadoras adherentes donde se prevea o no se tenga garantizada la adherencia. En el caso de láminas asfálticas se verificará el tipo de acabado, que puede ser, bien de protección mineral, bien metálica (aluminio gofrado) o con película de polietileno. La adherencia de la espuma rígida de poliuretano sobre la protección mineral es suficiente. Cuando la protección sea metálica será necesario dar una imprimación. Si la película fuera de polietileno (antiadherente por excelencia) bastará con flamearla con soplete para conseguir una buena adherencia de la espuma. Será necesario que la adherencia de las telas al sustrato esté garantizada en toda la superficie, ya que de lo contrario se pueden formar bolsas con el consiguiente riesgo de que se puedan generar fisuras, perdiendo por esta causa la propiedad de impermeabilización.

Las superficies de hormigón deben de tener un curado mínimo de 28 días o humedad superficial máxima medida del 20 %.

Para eliminar la grasa o aceite sobre las superficies se recomienda utilizar una solución de fosfato trisódico, terminando la operación con un lavado con agua.

Las zonas con presencia de herrumbre difícil de cepillar, deben ser tratadas con una imprimación de cromato de cinc. En zonas con presencia de adhesivos de parafina u otros materiales de reparación de sospechosa adherencia con la espuma, se debe proceder a eliminar tales materiales. Para el lavado de acabado se recomienda utilizar una presión de 14 kPa.

5.1.3.4. Condiciones ambientales durante la aplicación y preacondicionamiento de componentes

Antes de proceder a la proyección se tendrá en cuenta que:

- Las condiciones de temperatura ambiente desfavorables comienzan a partir de 45 °C y por debajo de 5 °C, condiciones de temperatura superficial que deberán contemplarse a su vez en el sustrato.
- Las condiciones de humedad relativa desfavorables para la proyección comienzan a partir del 85% de humedad relativa ambiente y, en lo que respecta al sustrato, si este es poroso, la humedad medida sobre el mismo no deberá superar el 20%; en el caso de sustratos no porosos se deberá verificar que no están a una temperatura inferior a la de rocío, esta verificación también se tendrá en cuenta en la aplicación entre capas de espuma, ya que es una superficie continua impermeable. En los casos que se den estas circunstancias, se producirían condensaciones superficiales y por tanto la humedad sería del 100% en cuyo caso se podrían producir despegues o mala adherencia entre capas.
- Las condiciones de viento durante la aplicación deberán ser las correspondientes a una velocidad inferior a 30 km/hora ó 8 m/s. Estas condiciones deberán observarse cuando no se utilizan pantallas de protección.
- En el caso de que los productos hayan quedado sometidos a condiciones de temperatura bajas (inferiores a 10° C) se recomienda el precalentamiento de los bidones, mediante bandas calefactoras debiendo seguir las indicaciones que, al respecto, proporcione el fabricante del sistema.

5.2. Planchas de poliuretano conformado

Las planchas aislantes y los bloques de espuma fabricados de espuma de poliuretano rígida de acuerdo con la norma **UNE-EN-13165** son apreciados en el sector de la construcción, especialmente por sus excelentes características de aislamiento térmico y sus ventajosas propiedades mecánicas.

Los revestimientos flexibles se fabrican generalmente con

- lámina de aluminio
- película compuesta

Se eligen distintos revestimientos adecuados para la aplicación a la que se destinan las planchas aislantes. Los revestimientos pueden servir como barrera de vapor, impermeabilización contra la humedad, superficie óptica o protección contra daños mecánicos. Las planchas se ofrecen con distintos perfiles en los bordes, por ejemplo machihembrado, media-madera o recto.



Planchas aislantes de poliuretano

Las planchas aislantes de poliuretano con revestimientos flexibles se fabrican también conjuntamente con revestimientos rígidos como paneles aislantes compuestos. En estos casos, se pegan a las planchas aislantes tableros de madera u otros materiales para aplicación en paredes, como por ejemplo placas de yeso laminado.

5.2.1. FABRICACIÓN DE PLANCHAS A PARTIR DE BLOQUES DE POLIURETANO

A partir de la fabricación de un bloque de poliuretano rígido, se cortan en planchas (por ejemplo planchas para cubiertas planas o inclinadas) o secciones (por ejemplo, cuñas para áticos/buhardillas o aislamiento de tuberías –coquillas–).

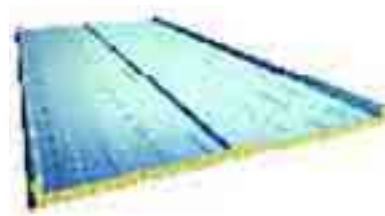
Es posible pegar revestimientos adecuados a las planchas cortadas para formar paneles sándwich o laminados de diversos tipos para distintas aplicaciones.



Planchas aislantes, cuñas para áticos y aislamiento para tuberías fabricados a partir de bloques de espuma de poliuretano.

5.3. Paneles sándwich de poliuretano

El panel sándwich de poliuretano inyectado es un producto de construcción compuesto de una parte central de espuma rígida de poliuretano adherida a dos paramentos generalmente metálicos. A efectos de sus usos y propiedades es considerado un producto o elemento de construcción único.

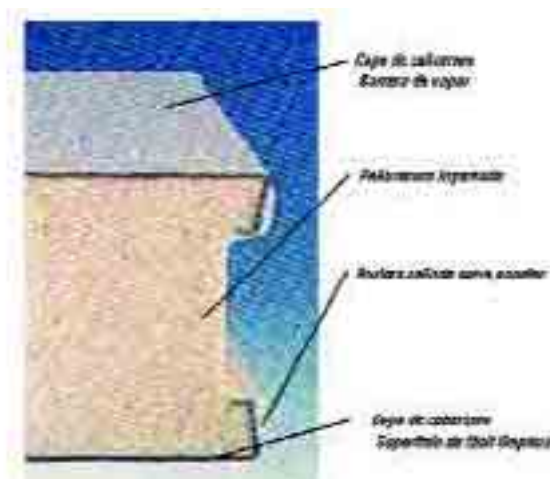


El poliuretano se forma a través de una reacción exotérmica en la que se adiciona polioliol, isocianato, agente hinchante y aditivos, formando un producto que tiene una densidad entre 40 y 50 Kg/m³. La inyección de estos componentes dentro los paramentos permite una unión uniforme y duradera sin necesidad de adhesivos.

Hay disponibilidad en el mercado de paneles con paramentos de acero, acero inoxidable, aluminio, cobre y madera. Estos paramentos se pueden elegir en acabados tipo poliéster, PVDF, PVC, plastisoles o galvanizados; en función de la agresividad –humedad, temperatura y salinidad– de la zona donde se instale el panel para garantizar la mayor durabilidad. Además, todos

1
2
3
4 estos acabados están disponibles en una amplia gama de colores —clásicos o metalizados— para adaptarse a los requisitos
5 estéticos del cliente.

6 Los paneles sándwich de poliuretano son especialmente adecuados para aplicaciones de cubiertas y fachadas en edificios indus-
7 triales y en cámaras frigoríficas donde son el producto líder, en edificios terciarios (centros comerciales, centros deportivos,...) y
8 en vivienda donde están entrando con una gran rapidez y satisfacción tanto en rehabilitación como en obra nueva.



19 Se utilizan paneles sándwich de poliuretano en la construcción de:

- 20
21
22
23
24
25
26
27
- Naves industriales
 - Aeropuertos
 - Edificios de administración
 - Casetas y casa prefabricadas,
 - Vestíbulos de exhibición
 - Hoteles
 - Recintos feriales
 - Laboratorios y salas blancas
 - Quirófanos
 - Salas de pinturas
 - Centrales eléctricas
 - Plantas de reciclaje
 - Polideportivos
 - Grandes superficies comerciales
 - Plantas incineradoras de desechos
 - Fachadas de oficinas
 - Cubiertas de viviendas
 - Cámaras frigoríficas
 - Salas de conservación
 - Túneles de congelación
 - Salas de proceso
 - Salas blancas



37 Cubierta de vivienda



38 Cubierta y fachada de nave industrial

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

Las propiedades más relevantes de los paneles sándwich de poliuretano son:

- Gran capacidad aislante, teniendo un coeficiente de conductividad térmica inferior a 0.025 W/(mK), siendo este duradero en el tiempo. Por diseño el poliuretano está protegido con una capa metálica que impide la degradación de la conductividad térmica en el tiempo.
- Baja densidad que oscila entre 9 y 20 Kg/m² (en función del espesor del núcleo aislante y de las chapas metálicas).
- Su bajo peso y su buen comportamiento a flexión lo hace idóneo como material de construcción en caso que hayan movimientos sísmicos
- Capacidad autoportante: gracias al efecto sándwich son capaces de soportar su propia carga, permitiendo estructuras muy livianas.
- Comportamiento ante el fuego: el comportamiento del panel sándwich de poliuretano ante el fuego es bueno al estar el material aislante protegido por acero. En función de la espuma y del diseño, y según la EN 13501-1, tenemos paneles desde la clasificación Bs2d0 hasta Ds3d0.
- Estanqueidad: por sus paramentos metálicos y su sistema de fijación, las construcciones con paneles resultan estancas a la humedad y al aire. Además, la estructura de celda cerrada de la espuma rígida de poliuretano garantiza la estanqueidad del núcleo aislante. La chapa actúa como barrera de vapor evitando condensaciones intersticiales.

Las propiedades típicas del panel sándwich de poliuretano son:

Densidad de la espuma		40 ± 2Kg/m ³
Resistencia a la tracción		0.1 N/mm ²
Resistencia a la compresión		0.1 N/mm ²
Peso	30 mm	11 - 12 Kg/m ²
	100 mm	14 - 15 Kg/m ²
	200 mm	17 - 18 Kg/m ²
Conductividad térmica		≅ 0.025 W/mK
Factor U	30 mm	0.67 W/m ² K
	100 mm	0.22 W/m ² K
	200 mm	0.11 W/m ² K
Reacción al fuego		B, C, D (según EN13501-1)
Luces aproximadas de panel entre dos apoyos con carga repartida de 100 Kg/m ²	30 mm	2.8 m
	100 mm	5 - 5.5 m
	200 mm	7.5 - 8.5 m

El hecho que los paneles sándwich de poliuretano sean un elemento prefabricado y autoportante, reduce considerablemente el tiempo de construcción, haciendo el proceso más rentable, económico y medioambientalmente eficiente. Los paneles sándwich de poliuretano son un producto normalizado (EN 14509).

6. SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN

En rehabilitación conviene tener presente que las medidas de seguridad deben extremarse puesto que, en general, se desconoce el estado en que se encuentra o encuentran los elementos de la cubierta de que se trate.

En general las actuaciones de rehabilitación deben ser consecuencia de un estudio previo detallado del estado de la cubierta en cuestión. Las cubiertas en pendiente tienen de particular que cuando es necesaria la rehabilitación suele ser por filtraciones o entradas de agua en el espacio subyacente; pero la cubierta puede estar deteriorada sin que se manifiesten tales entradas de agua, basta observar a simple vista el estado en que se encuentran determinados elementos de la misma, bien sea por la acción de la contaminación ambiental, bien sea por la acción prolongada de la radiación ultravioleta, o bien se trate sencillamente de su envejecimiento. En el caso de las cubiertas planas, los deterioros tienen que ser tratados previamente, de acuerdo con la naturaleza del daño, a la realización de la proyección de espuma. A continuación se exponen algunos:

6.1. Cubierta Plana. Proyección de espuma de poliuretano y protección con elastómero



DESCRIPCIÓN

Una vez reparada la cubierta en las zonas donde se requiera, se procede a proyectar espuma de poliuretano siguiendo las especificaciones oportunas y seguidamente se aplica una capa de elastómero que protege al aislamiento de radiación UV e incrementa la impermeabilización de la cubierta.

ELEMENTOS DEL SISTEMA

- Aislamiento: Espuma de poliuretano: capa de espesor mínimo de 30 mm. Densidad mínima aplicada de 45 kg/m^3 en cubiertas para garantizar impermeabilidad.
- Protección: Elastómero de poliuretano: capa poliuretánica de espesor variable (1,5-3 mm), densidad 1000 kg/m^3 con coloración. Aporta protección UV a la espuma del poliuretano e incrementa la impermeabilidad de la cubierta.

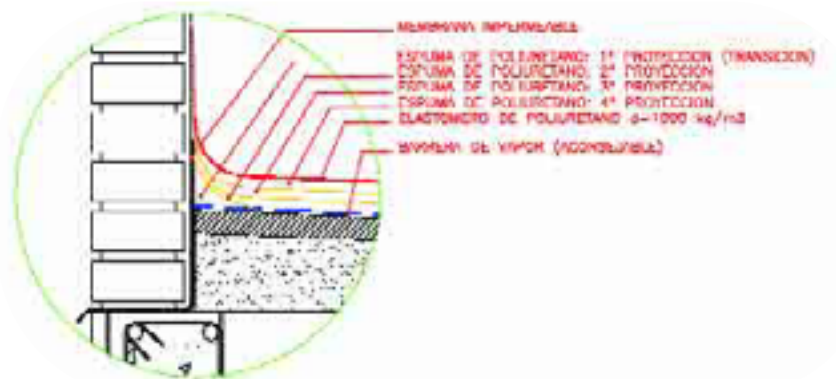
PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN

Aporta rigidez a la cubierta, estanqueidad y continuidad en aislamiento e impermeabilización de cubierta, eliminando las juntas.

RECOMENDACIONES

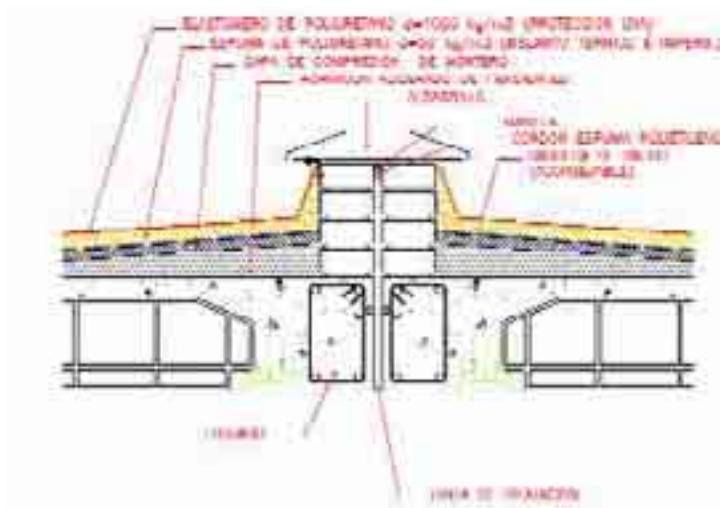
Caso de telas asfálticas.

Conviene retirar todo el material cuando se observen las siguientes situaciones: en caso de material no suficientemente adherido, puesto que después de proyectado encima puede desprenderse, y en caso de material con bolsas o roturas, debido a las tensiones que introduce la espuma.



Caso del baldosín tipo catalán.

Generalmente, este tipo de cubiertas suele presentar deterioros de la superficie embaldosada. Conviene levantar todas aquellas zonas donde los deterioros aparezcan manifiestos. En la zona levantada se realizará una capa de nivelación de forma que, una vez seca, sirva como sustrato para la proyección. Se cuidará especialmente la limpieza de toda la cubierta previa a la proyección.



Caso de cubiertas con capa de rodadura o protección pesada.

En este caso conviene levantar las zonas superficiales dañadas (baldosas rotas, pasillos agrietados, etc.)

Caso de cubiertas de grava.

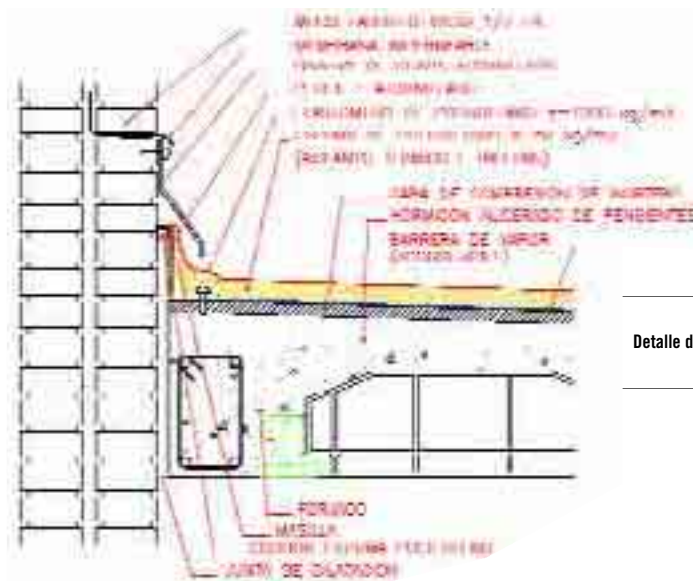
En este caso hay que tener en cuenta que, bien desde el origen o bien con el paso del tiempo, el material de naturaleza inorgánica u orgánica suele estar presente entre la grava, por ello es menester que como parte de la obra se contemple efectuar

un cribado y lavado de la grava antes de depositarla nuevamente encima del aislamiento de poliuretano. Además de las operaciones señaladas y previamente a la proyección, es imprescindible realizar la limpieza y preparación de la superficie del sustrato. Se recomienda que con el fin de no cargar la estructura del forjado, al retirar la grava, acumularla en distintos puntos de la cubierta.

La rehabilitación del peto de cubierta.

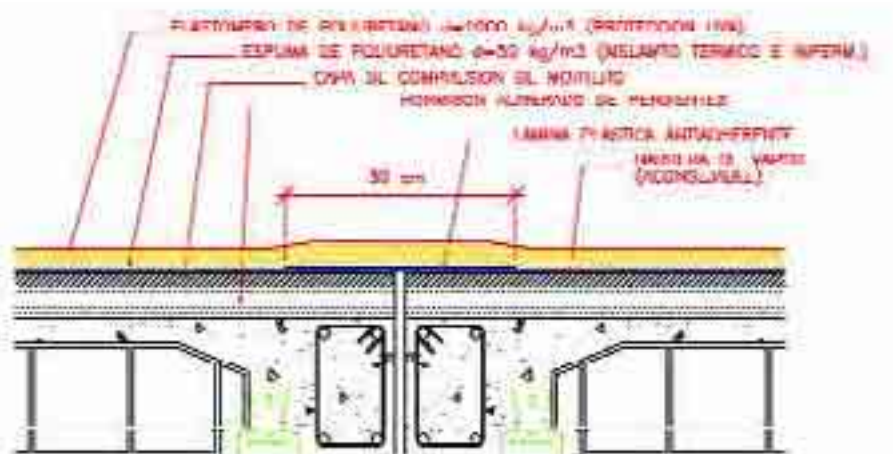
En el caso de petos enfoscados hay que tener en cuenta que en rehabilitación suelen ser elementos muy deteriorados por el paso del tiempo y las inclemencias meteorológicas, de tal manera que el enfoscado primitivo suele presentar desconchones y desmoronamientos por falta de cohesión y adherencia. En estos casos se pondrá especial cuidado en picar y volver a enfoscar toda la superficie del lienzo deteriorado antes de proceder a proyección alguna.

Las albardillas suelen presentar, en general, una patología muy definida puesto que se colocan “a hueso” se quedan sin impermeabilizar cuando se hace la obra nueva, por lo que es conveniente precondicionar estas partes antes de proceder a realizar las proyecciones; conviene retirar los elementos rotos o corroídos con el fin de proceder, tras una limpieza, a realizar las protecciones y acabados con poliuretano.



Detalle de encuentro con elemento estructural de soporte con dilatación libre.

Detalle para salvar juntas de dilatación.

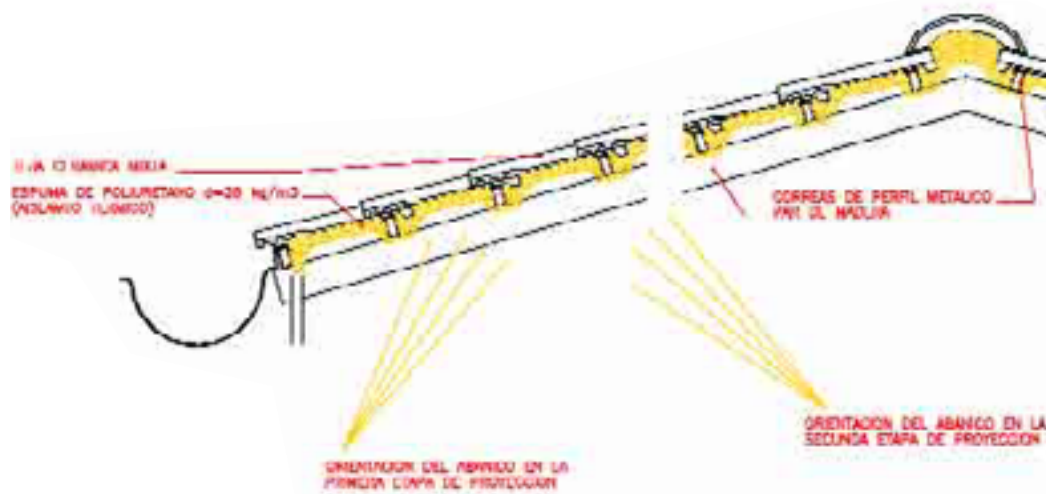




PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN

Aporta rigidez a la cubierta, estanqueidad y continuidad en aislamiento e impermeabilización de cubiertas, eliminando las juntas.

6.3. Cubierta inclinada. Proyección de espuma de poliuretano bajo teja



DESCRIPCIÓN

Cuando el bajo cubierta es accesible se puede realizar esta solución constructiva que consiste en la proyección de espuma de poliuretano en la superficie inferior del tejado.

ELEMENTOS DEL SISTEMA

- Aislamiento: Espuma de poliuretano proyectada, capa de espesor mínimo de 40 mm. Densidad mínima de 35 kg/m³.

PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN

Aporta rigidez a la cubierta, estanqueidad y continuidad en aislamiento.

RECOMENDACIONES

En ningún caso se puede considerar esta solución constructiva como de impermeabilización de cubierta. La calidad de la teja debe quedar garantizada en el aspecto relativo a las tensiones que se producirán cuando se manifiesten ciclos de calentamiento-enfriamiento en las mismas, ya que la disipación térmica queda dificultada por el aislamiento del trasdós.

La proyección debe llevarse a efecto ejecutándola con un sentido de avance en la dirección de elevación de la cubierta, con el fin de que no penetre la fase líquida entre las tejas, ya que si ello ocurriera, la expansión de la espuma, produciría un desplazamiento entre las mismas. Una vez proyectadas así las primeras capas y comprobando que las tejas están unidas con la espuma, se cambiará el sentido de la proyección, para conseguir un sellado idóneo de las uniones.

La estabilidad dimensional de la espuma proyectada depende de la densidad de la misma, con este fin se recomienda que la densidad mínima sea de 35 kg/m³. Dependiendo del formato de la teja el sellado se conseguirá con diferente espesor de proyección. Con menos de 4 cm no se consigue un sellado adecuado.

Caso de “renovación del tejado”.

Cuando se va a realizar la operación de “retejado” o renovación completa de la cubrición de que se trate es el momento óptimo para incluir el aislamiento térmico.

En este caso se procederá a la proyección de espuma de poliuretano sobre el soporte del faldón o bien a la colocación de planchas de poliuretano conformado antes de proceder a la fijación de las tejas, pizarras o cualquier otro elemento de cubrición que vaya adherido, fijado sobre rastreles, clavado, o con cualquier otro elemento de fijación.



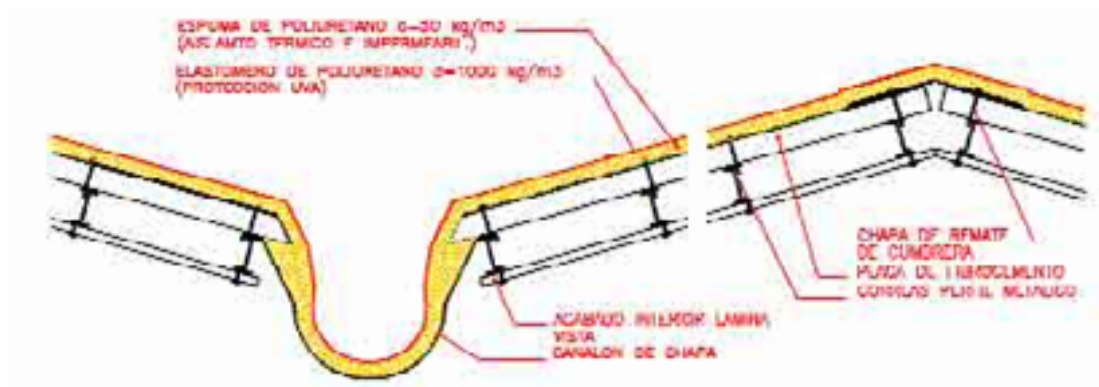
6.4. Cubierta inclinada. Proyección de espuma de poliuretano sobre cubierta de fibrocemento

DESCRIPCIÓN

En este caso, el empleo de la técnica de espuma proyectada es aconsejable como solución de reparación.

La cubierta de fibrocemento presenta con el paso del tiempo unas transformaciones y alteraciones que se manifiestan en su fragilización. Con el fin de realizar una cubierta resistente aprovechando la cubierta de fibrocemento envejecida, mediante la pro-

yección de espuma rígida de poliuretano sobre la misma se consigue un elemento constructivo con resistencia suficiente para asegurar que tal fragilidad deje de ser un riesgo para realizar tareas sobre la nueva superficie. Además de garantizar la rehabilitación del fibrocemento de la cubierta, mediante este sistema se asegura una protección integral, así como su impermeabilidad y un magnífico aislamiento térmico, evitando la dispersión de partículas de amianto que son carcinogénicas.



ELEMENTOS DEL SISTEMA

- Aislamiento: Espuma de poliuretano proyectada, capa de espesor mínimo de 30 mm. Densidad mínima aplicada de 45 kg/m³ para garantizar impermeabilidad.
- Protección: Elastómero de poliuretano: capa poliuretánica de espesor variable (1,5-3 mm), densidad 1000 kg/m³ con coloración. Aporta protección UV a la espuma del poliuretano e incrementa la impermeabilidad de la cubierta.

PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN

Aporta rigidez a la cubierta, estanqueidad y continuidad en aislamiento e impermeabilización.

RECOMENDACIONES

Previamente a las tareas de proyección las cubiertas de fibrocemento se limpiarán adecuadamente, mediante el empleo de productos químicos, cepillados o lavados con agua a presión, siendo a veces necesaria la combinación de ambos sistemas. Se cortarán mediante cizalla, radial u otra herramienta, la parte sobrante de los tornillos que sobresalgan más de 1 cm. con el fin de que la fijación quede cubierta por la capa de aislamiento.



Las tareas de rehabilitación se pueden llevar a cabo, en la mayoría de los casos, sin necesidad de desalojo de los espacios bajo cubierta, ya que todas las actuaciones se realizan por el exterior.

Con el fin de que la evacuación de agua quede garantizada y evitar su entrada entre el paramento y las ondas de la lámina de fibrocemento se recomienda integrar la proyección con los canalones, para lo que es necesario cortar el fibrocemento sobrante, realizando un sellado previo entre la onda de la lámina y el propio canalón para posteriormente efectuar la proyección integrando el canalón en la cubierta. (ver figura)

Las operaciones de limpieza y puesta en obra en cubiertas envejecidas requieren un estudio cuidadoso de las condiciones de seguridad ya que debido a la fragilidad del material se pueden producir accidentes de consecuencias graves. A los efectos se pueden prever puntos de sujeción en zonas de tirantes, de elementos de la armadura, líneas de vida, etc., que garanticen suficientemente la sujeción de equipos de protección individual. Así mismo puede ser necesario el uso de plataformas, pasarelas, etc. que garanticen el acceso y el reparto de cargas y el tránsito sobre la cubierta.

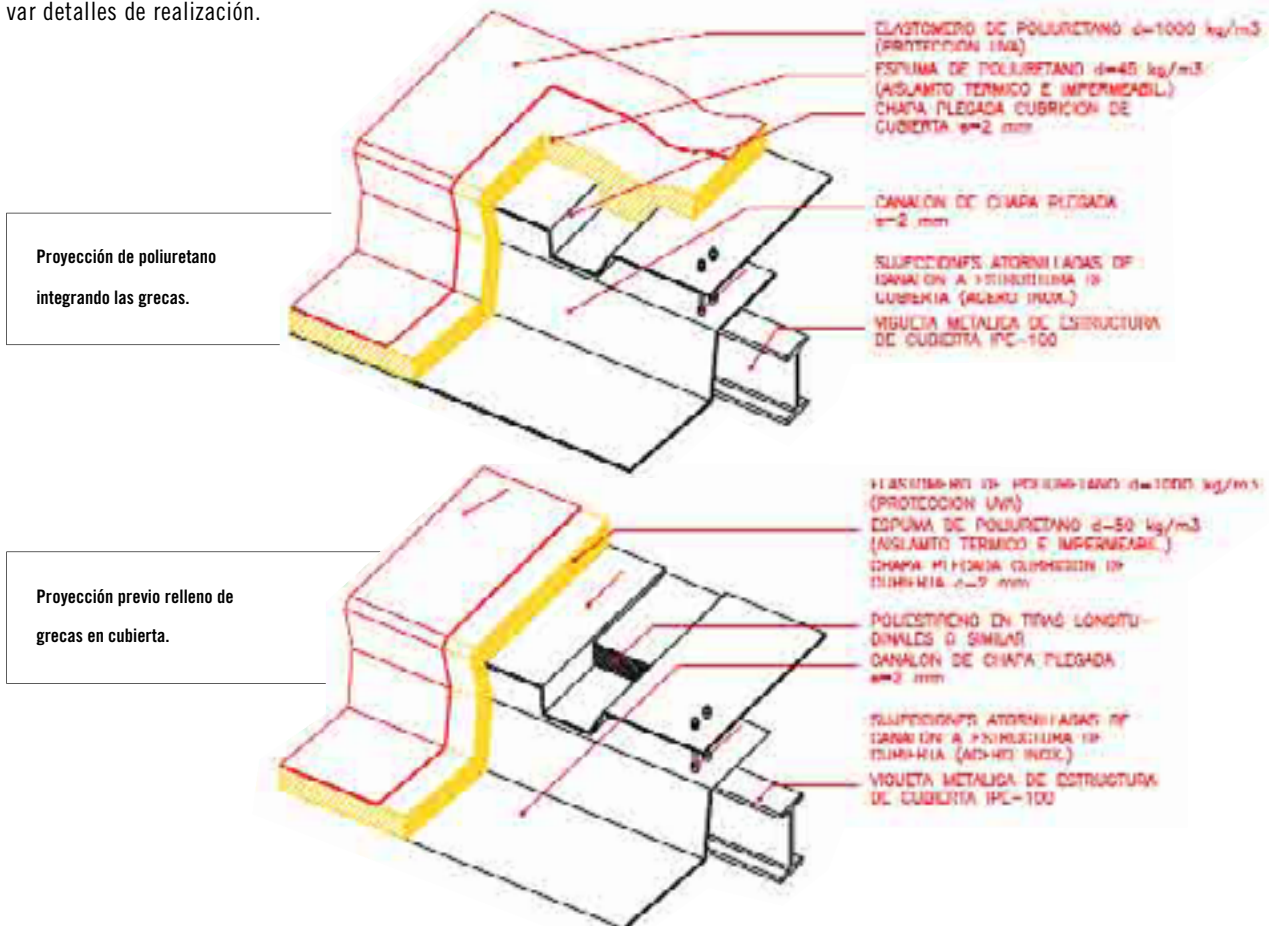
Caso de cubiertas de chapa.

Tanto en el caso de obra nueva como en rehabilitación las cubiertas de chapa deben ser limpiadas adecuadamente siempre que no se tengan garantías suficientes de su estado superficial.

Las cubiertas de chapa con el paso del tiempo y sin mantenimiento presentan deterioros y por ello hay que proceder a su rehabilitación de la misma forma que en el caso de cubiertas de fibrocemento. En caso de presentar oxidación, se procederá a limpiar y a aplicar pinturas de protección, o productos reactivos con el óxido.

En este tipo de cubiertas será necesario realizar una prueba de adherencia y en caso de que no sea adecuada se procederá a la aplicación de una imprimación adherente.

La proyección se debe realizar cuidando que las grecas de la chapa queden rellenas. En las figuras siguientes se pueden observar detalles de realización.



Caso de granjas con cubierta de chapa.

Aplicación por el interior: Estos comentarios pueden ser válidos para otros casos similares, piscinas climatizadas con patologías de corrosión por vapores de cloro, etc.

Este es un caso que puede desencadenar una sucesión de patologías. La problemática arranca por tratarse de cubierta de chapa que es barrera de vapor. Por otro lado se da la circunstancia de que se suele tener una gran humedad relativa en el interior, en este caso es más que probable que tengamos condensaciones intersticiales, consecuentemente perderemos gran parte del poder de aislamiento de la espuma y además por efecto de la humedad en si misma y que en gran medida es proveniente de los purines, tendremos corrosión en la chapa, esto desencadena un desprendimiento de la espuma arrastrando la corrosión y generándose bolsas que podrán presentar fisuras y que serán mas o menos grandes en función del tiempo transcurrido y las condiciones interiores. En estos casos será necesario estudiar la solución en dos vertientes, por un lado se verá la conveniencia de incorporar barrera de vapor o dotar de una ventilación en la parte alta o la combinación de ambas soluciones. En el caso de tratarse de chapa galvanizada, para mejorar la adherencia, será necesaria la aplicación de una imprimación, normalmente una solución fosfatante.



6.5. Fachadas. Aislamiento por el interior

DESCRIPCIÓN

Cuando se van a realizar obras en el interior de la vivienda y se valora la realización de un trasdós en el interior de la fachada, se tendrá en cuenta el principal condicionante, el espacio útil que se pierde.

En el caso de muros de una hoja en que se decida realizar un trasdosado armado, se proyectará espuma de poliuretano tratando los puentes térmicos accesibles y se ejecutará posteriormente el trasdosado armado de placa de yeso laminado.

Si se trata de un trasdosado directo se puede optar bien por conjuntos de plancha de poliuretano y placa de yeso laminado o bien la ejecución "in situ" de dicho sistema constructivo.

En el caso de muros con cámara de aire en que se realiza la demolición de la hoja interior de ladrillo, se puede aprovechar el espacio disponible y tratar de forma global los puentes térmicos (pilares, contornos de ventana, etc).

ELEMENTOS DEL SISTEMA

- Aislamiento: Espuma de poliuretano proyectada, capa de espesor mínimo de 30 mm. Densidad mínima de 35 kg/m³.

PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN

Además de aislamiento térmico, aporta estanqueidad y tratamiento parcial de los puentes térmicos.

6.6. Fachadas medianeras

DESCRIPCIÓN

Tanto en obra nueva como cuando por derribo del edificio adyacente tenemos una fachada medianera, será necesaria la incorporación de aislamiento térmico.

En muchos casos cuando existe derribo del edificio colindante quedan al descubierto importantes deficiencias en el acabado de la fachada, oquedades, falta de sellado e impermeabilidad, inconsistencia y por supuesto ausencia de aislamiento térmico.

Con la solución de incorporar a estas fachadas espuma de poliuretano proyectado conseguimos una magnífica rehabilitación de la fachada medianera: aportando sellado, impermeabilidad, consistencia y aislamiento térmico.

Con el fin de que la espuma no se degrade por efecto de los rayos ultravioleta se deberá proteger mediante pintura o un elastómero de poliuretano proyectado de 1.000 kg/m³ que además mejorará todas las prestaciones de la solución.

También se recomienda la protección mediante enfoscado o tabique de ladrillo de los tres primeros metros desde su base con el fin de proteger la solución de agresiones externas.

ELEMENTOS DEL SISTEMA

- Aislamiento: Espuma de poliuretano proyectada, capa de espesor mínimo de 30 mm. Densidad mínima de 35 kg/m³.
- Protección: Elastómero de poliuretano: capa poliuretánica de espesor variable (1,5-3 mm), densidad 1000 kg/m³ con coloración. Aporta protección UV a la espuma del poliuretano e incrementa la impermeabilidad y la consistencia.



6.7. Fachadas. Aislamiento por el exterior.

DESCRIPCIÓN

Cuando el interior de la vivienda es inaccesible y se valora cambiar la estética de la fachada, o bien su renovación por cuestiones de seguridad, se puede plantear la realización de una fachada ventilada.

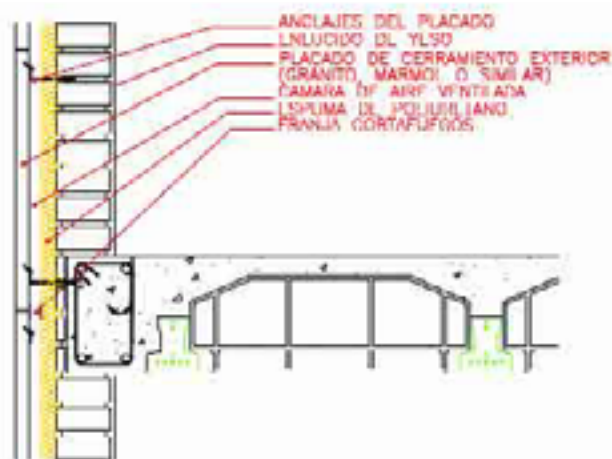
Se procede inicialmente a la limpieza y acondicionamiento de la fachada que debe soportar el sistema ventilado. Lo habitual es proyectar la espuma de poliuretano una vez se ha fijado el entramado metálico y a continuación colocar las piezas que forman el revestimiento de la fachada.

ELEMENTOS DEL SISTEMA

- Aislamiento: Espuma de poliuretano proyectada, capa de espesor mínimo de 30 mm. Densidad mínima de 35 kg/m³.

PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN

Además de aislamiento térmico, aporta estanqueidad y tratamiento óptimo de los puentes térmicos.



6.8. Fachadas. Inyección en cámaras.

DESCRIPCIÓN

Cuando se descarta cualquier intervención por el exterior y no se desea perder espacio en el interior se valorará la inyección de aislamiento en la cámara siempre que esta sea accesible y cumpla con una serie de requisitos que hagan la intervención segura.

ELEMENTOS DEL SISTEMA

- Aislamiento: Espuma de poliuretano inyectada de baja densidad, 12 kg/m³ inicial, pudiendo alcanzar de 18 a 25 kg/m³ aplicada y (0.038 W/(m·K) relleno con un espesor mínimo de 40 mm.

PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN

Además de aislamiento térmico, aporta rigidez a la fachada.

RECOMENDACIONES

Este tipo de solución constructiva requiere una atención especial, tanto por la valoración de su idoneidad como por la ejecución. Se debe recurrir a este tipo de solución cuando queden descartadas otras posibilidades de aislamiento. Si se opta por la misma,

conviene asegurar el resultado pretendido, para ello las inyecciones se realizarán a través de taladros espaciados, como máximo, 50 cm. entre sí, sin que se sitúen sobre la misma línea. La inyección debe comenzar por los taladros situados en la parte inferior, llenando la cámara de abajo arriba lentamente ya que el material específico para estos casos, de baja densidad; 12 kg/m^3 en expansión libre; y con un periodo de espumación lento debe saturar el volumen de la cámara sin crear tensiones excesivas en las fábricas colaterales ya que éstas se pueden llegar a fisurar.

En la elección de este tipo de solución se ha de tener en cuenta que el llenado del volumen de la cámara puede verse entorpecido por elementos distorsionantes internos.

En ningún caso con este sistema se puede garantizar la impermeabilización del cerramiento

6.9. Soluciones con planchas conformadas de poliuretano

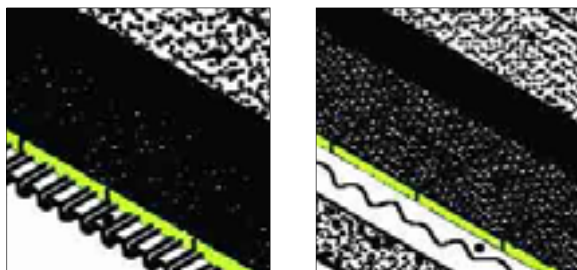
6.9.1. CUBIERTAS PLANAS

6.9.1.1. No transitables autoprotegidas

Elementos del sistema:

Sobre el soporte saneado se instalarán las siguientes capas:

- **Barrera de vapor** adherida al mismo, en el caso que se precise, normalmente se precisa en soportes de hormigón o madera, si la barrera es una lámina bituminosa con armadura de polietileno o film de aluminio se deberá adherir al soporte previa imprimación de este.
- **Aislamiento térmico en planchas conformadas**, ancladas a la barrera de vapor bituminosa, mediante la aplicación de fuego sobre la barrera o ancladas mecánicamente. El número de fijaciones vendrá determinado por el tipo de soporte y de la fijación, situación de la cubierta y zona eólica.
- **Membrana impermeabilizante**, anclada mecánicamente al soporte o adherida, en este caso las planchas de aislamiento irán terminadas en aluminio o velo de vidrio en ambas caras.
- **Membrana impermeabilizante adherida**, en este caso las planchas de aislamiento serán con terminación superior de velo de vidrio bituminado, para facilitar la adhesión de la membrana.



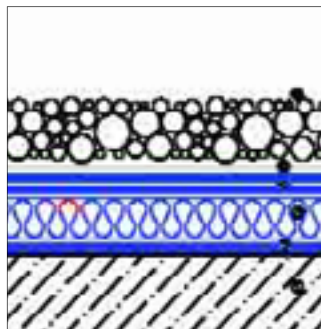
6.9.1.2. No transitables con protección pesada

Elementos del sistema.

Sobre el soporte (1) saneado se instalarán las siguientes capas:

- Barrera de vapor adherida (2)
- Capa aislante con planchas de poliuretano (3)

- Membrana impermeabilizante (4)
- Capa antipunzonante y separadora (5)
- Capa de terminación y protección, grava (6)

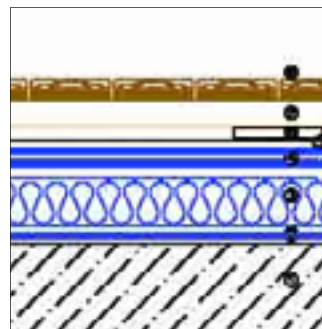


6.9.1.3. Transitables con protección pesada

Elementos del sistema.

Sobre el soporte (1) saneado se instalarán las siguientes capas:

- Barrera de vapor adherida (2)
- Capa aislante con planchas de poliuretano conformado (3)
- Membrana impermeabilizante (4)
- Capa antipunzonante y separadora (5)
- Capa de terminación y protección, (6)



Las terminaciones más habituales son: baldosa cerámica, baldosa sobre plots, madera (8) sobre plots.(7)

En el caso de terminación sobre plots, encima de la capa antipunzonante y separadora se realizará una capa de reparto a base de mortero armado de mínimo 3 cm de espesor que ha de servir como superficie de apoyo de los plots.

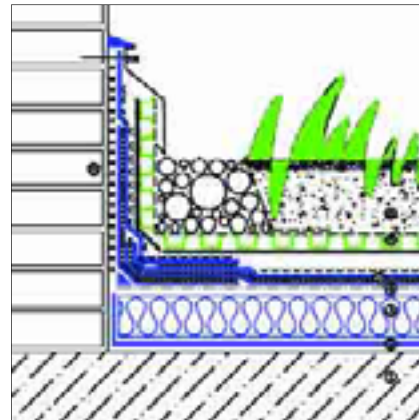
6.9.1.4. Cubiertas ajardinadas

En el tipo cubierta extensiva (de bajo mantenimiento), la solución de cubierta convencional resulta idónea para mejorar la resistencia a la succión del viento.

Elementos del sistema:

Sobre el soporte (1) saneado se instalarán las siguientes capas:

- Barrera de vapor adherida (2)
- Capa aislante con planchas conformadas de poliuretano (3)
- Membrana impermeabilizante adherida (4)
- Capa drenante y retenedora de agua (5)
- Capa de terminación y protección, (6)



6.9.2. CUBIERTAS INCLINADAS

6.9.2.1. Cubiertas de fibrocemento

La rehabilitación de este tipo de cubiertas presenta las dificultades que es un soporte muy frágil y tóxico (debido al contenido de amianto).

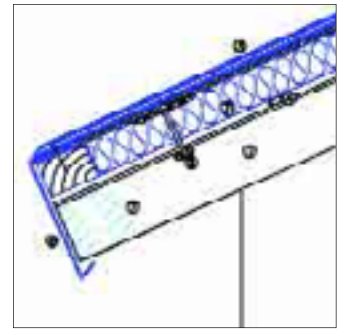
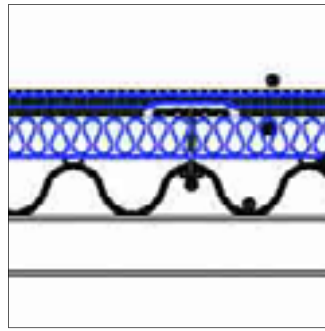
Elementos del sistema:

Sobre el soporte (1) saneado se instalarán las siguientes capas:

- Formación de corta-fuegos con mortero perlita, como mínimo en el alero, a mitad del faldón y en cumbre.
- Capa aislante con planchas de poliuretano conformado (2), ancladas al soporte mediante adhesivo poliuretánico y remaches en flor. Se instalarán en sentido perpendicular a las ondas del

fibro cemento, previa instalación de un listón de remate en todo el contorno.

- Membrana impermeabilizante adherida (3)
- Capa de pintura de protección por el interior

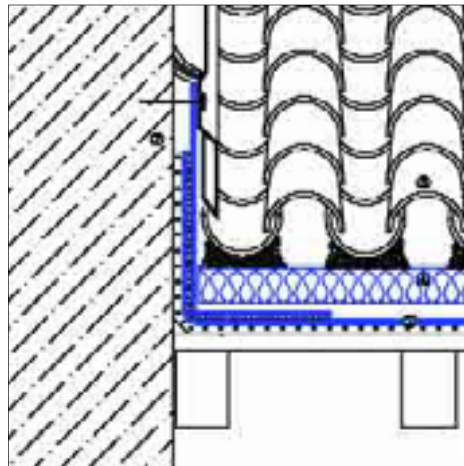


6.9.2.2. Cubiertas de teja amorterada

Elementos del sistema.

Sobre el soporte saneado se instalarán las siguientes capas:

- Membrana impermeabilizante autoadhesiva, previa imprimación del soporte
- Capa aislante con planchas de poliuretano conformado
- Capa de mortero de cemento armada de espesor mínimo 4 cm
- Teja amorterada

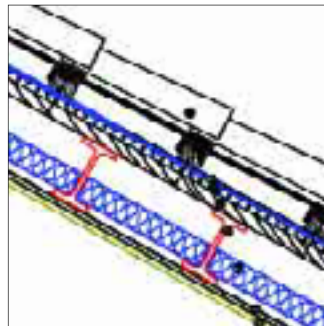
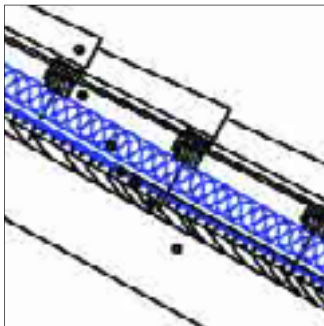


6.9.2.3. Cubiertas de teja enrastrelada, sistema ventilada

Elementos del sistema:

Sobre el soporte saneado se instalarán las siguientes capas:

- Membrana impermeabilizante autoadhesiva, previa imprimación del soporte
- Capa aislante con planchas de poliuretano conformado
- Enrastrelado con listones de madera tratada en disposición vertical (en sentido de la pendiente) para permitir la ventilación
- Enrastrelado horizontal a distancia de las tejas



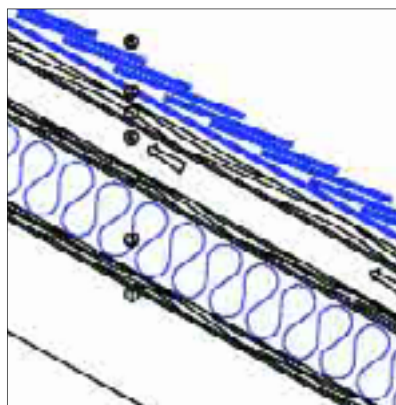
6.9.2.4. Cubiertas con placa asfáltica o placa natural, sistema ventilada

Elementos del sistema:

Sobre el soporte (1) saneado se instalarán las siguientes capas:

- Membrana impermeabilizante autoadhesiva (2), previa imprimación del soporte
- Capa aislante con planchas de poliuretano conformado (3)

- Enrastrelado con listones de madera tratada en disposición vertical (en sentido de la pendiente) para permitir la ventilación (4) (5)
- Formación de soporte placas mediante paneles que permitan el clavado de las placas (6)

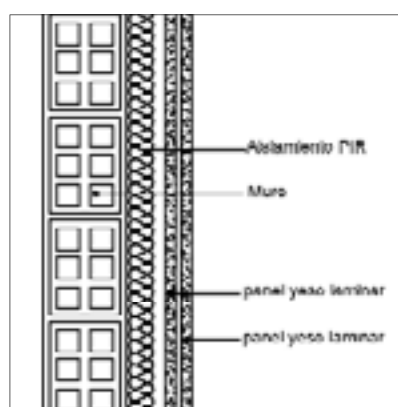


6.9.3. MUROS

La aplicación de las planchas conformadas de poliuretano será en cámara de aire, en trasdosado de muros e incluso en contacto esporádico con agua caso de fachada ventilada.

6.9.3.1. Aislamiento por el interior

En este caso se aporta aislamiento al espacio interior sin actuar en la fachada, al estar la capa de aislamiento ubicada en el interior nos aportará una rápida consecución de la temperatura requerida



6.9.3.2. Aislamiento por el exterior

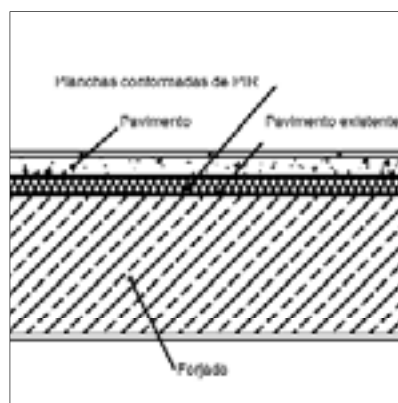
En este caso no se puede intervenir por el interior, para no reducir el espacio interior, afectación de terminaciones, muebles, etc. Las planchas de poliuretano conformado con terminación de aluminio aportan una excelente conductividad térmica (0,024 W/mK) y aseguran la continuidad del aislamiento gracias a la terminación del canto de las planchas mediante machiembrado

6.9.4. SUELOS Y TECHOS USO PEATONAL PRIVADO

Las planchas conformadas de poliuretano se colocan al tresbolillo y a testa. Permiten su sellado mediante la cinta adhesiva del sistema

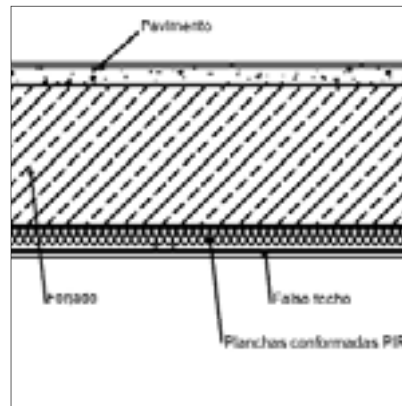
6.9.4.1. Aislamiento de suelos por el interior

La capa de mortero superior debe de ir armada y tener un espesor mínimo de 4 cm



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

6.9.4.2. Aislamiento de suelos por el exterior

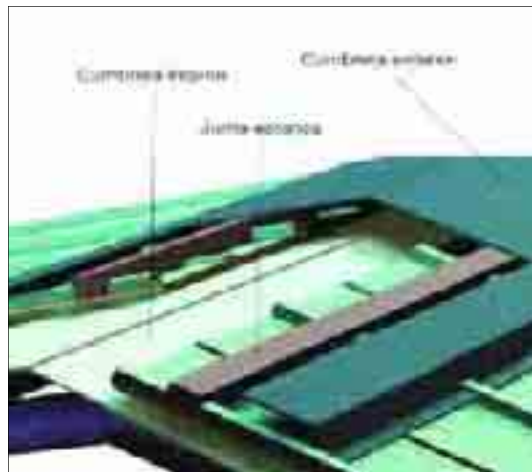
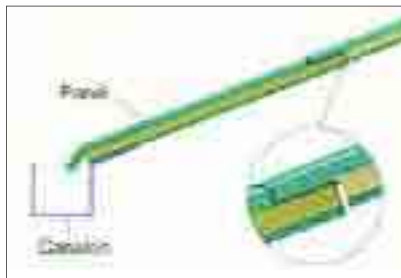


6.10. Soluciones con paneles inyectados de Poliuretano

6.10.1. REHABILITACIÓN DE CUBIERTAS

6.10.1.1. Cubierta Inclinada

La pendiente mínima admisible para el montaje del panel es de un 5%, pero se aconseja que la pendiente sea mínimo 7% en caso de realizar solapes transversales.



Rehabilitación de cubierta de un mercado



Fotografía 1

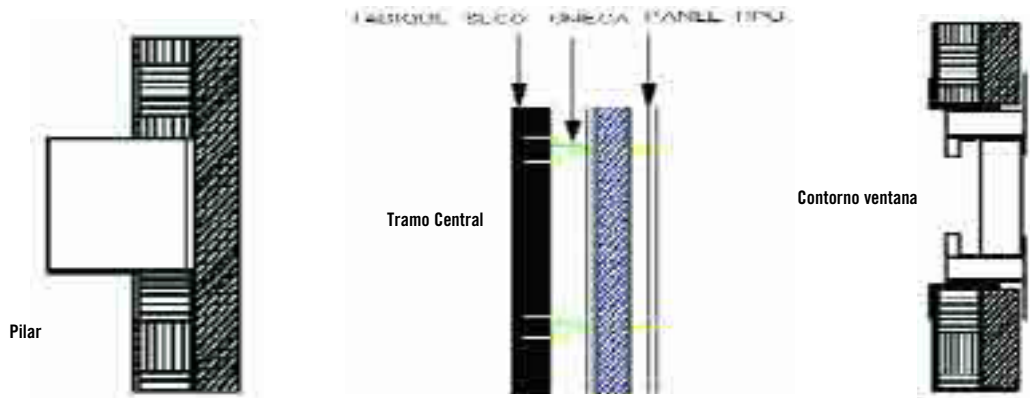


Fotografía 2

En la fotografía 1 podemos ver el proceso de rehabilitación de una cubierta inclinada de una vivienda con paneles sándwich de poliuretano y en la fotografía 2 vemos el resultado de la rehabilitación.

6.10.2. REHABILITACIÓN DE FACHADAS

6.10.2.1 Fachada Exterior

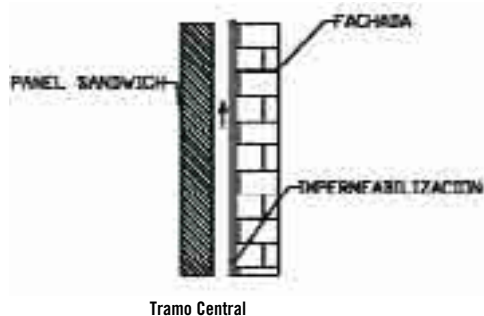


Fachada rehabilitada con paneles por el exterior

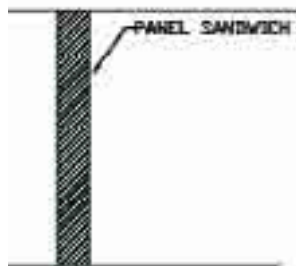


Fachada de un hospital rehabilitado con paneles por el exterior

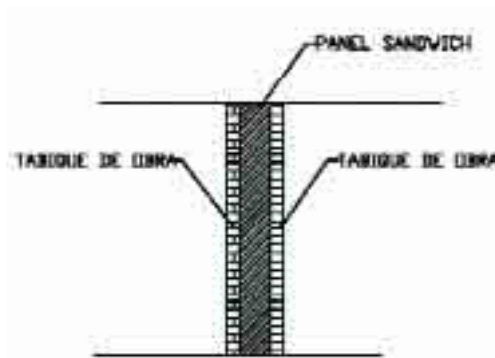
6.10.1.1 Fachada Interior



Tramo Central



Partición



7. ÍNDICES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

El parámetro para medir la eficiencia energética de la intervención es aquel que permite valorar las pérdidas energéticas del edificio, es decir, la transmitancia térmica (U).

A partir de la descripción constructiva del edificio podemos valorar una “U inicial” y a través del cálculo y herramientas informáticas, como CALENER, podemos estimar la reducción de las pérdidas energéticas del edificio.

El Código Técnico de la Edificación (CTE) recoge en su apartado de Ahorro de Energía (DB-HE1) los valores máximos que deben respetar los elementos constructivos (muros o fachadas y cubiertas) objeto de rehabilitación en las distintas zonas climáticas:

Caso de opción simplificada, los valores prescriptivos que deben cumplirse son:

UMÁX /W/M2·K)	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D	ZONA E
Muros	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Cubiertas	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35

8. CRITERIOS PARA EL MANTENIMIENTO

Una vez se ha decidido realizar una rehabilitación térmica de la envolvente del edificio, conviene asegurar la inversión contando con materiales, sistemas constructivos y profesionales que tengan reconocida su calidad y prestaciones de forma certificada:

Se recomienda la exigencia de profesionales acreditados, así como el uso de materiales certificados.

9. PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

En toda intervención de rehabilitación térmica deben valorarse los siguientes aspectos durante la realización del proyecto:

1. Estudio detallado de la cubierta o la fachada inicial
2. Valoración de afectación de otros elementos de la fachada o la cubierta (balcones, ventanas, muretes, sumideros, ventilaciones, chimeneas, etc.)

3. Estudio previo de las superficies
4. Reparaciones necesarias
5. Preparación de superficies
6. Ejecución del aislamiento
7. Ejecución de la protección
8. Definición del mantenimiento de la fachada o la cubierta

10. CASOS PRÁCTICOS

A continuación se describen varios casos de rehabilitación de edificios. Se analiza en cada caso:

- **eficiencia energética**
- **rentabilidad económica**
- **repercusión medioambiental**

Los casos estudiados corresponden a situaciones habituales de reparación programada de cubiertas o fachadas por razones de mantenimiento, habitabilidad o estética.

En dichos casos **la rehabilitación energética es siempre rentable** ya que no se requieren medios auxiliares específicos y los sobre-costes son asumibles por los propietarios por su elevada rentabilidad.

- CASO 1.- Cubierta plana no transitable, con acabado en grava y rehabilitada energéticamente con espuma de poliuretano proyectada.
- CASO 2.- Cubierta plana rehabilitada energéticamente con espuma de poliuretano proyectada y protección con elastómero.
- CASO 3.- Cubierta inclinada abuhardillada rehabilitada energéticamente con aislamiento sobre el forjado inferior.
- CASO 4.- Fachada de doble hoja rehabilitada energéticamente con inyección de espuma de poliuretano en la cámara de aire.

Se han hecho cinco hipótesis de ubicación de los edificios correspondientes a las cinco zonas climáticas definidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

PRECIOS DE ENERGÍA QUE SE HAN CONSIDERADO

Sistema de calefacción en la vivienda	Precios €/kWh eq.
Eléctrica	0,1095
Gas natural (individual)	0,0555
Gas natural (central)	0,0453

Fuente: IDAE

FACTORES DE CONVERSIÓN MEDIOAMBIENTAL

Energía	gr CO ₂ /kWh ahorrado
Eléctrica	750
Gas natural	210

Fuente: IDAE

SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN

CASO 1.

Cubierta plana no transitable, con acabado en grava y rehabilitada energéticamente con espuma de poliuretano proyectada.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Retirada de la grava
2. Reparación de la impermeabilización.
3. Proyección de espuma de poliuretano de densidad 50 kg/m³ y conductividad térmica 0,028 W/m·K. Espesor función de la zona climática (ver tabla)
4. Colocación de la grava

Los costes aproximados de esta intervención son los siguientes:

Rehabilitación de cubierta plana (>500m ²) Desglose de precios aproximados	4 cm €/m ²	5 cm €/m ²	6 cm €/m ²	7 cm €/m ²
Limpieza y preparación de la superficie	1,30	1,30	1,30	1,30
Proyección de poliuretano (densidad 50 kg/m ³)	5,75	6,90	8,05	9,20
Mano de Obra	1,00	1,25	1,50	1,75
Gastos generales (12%)	0,97	1,13	1,30	1,47
Beneficio (12%)	1,08	1,27	1,46	1,65
Total partida	10,10	11,85	13,61	15,37

El espesor necesario para cada zona climática es el siguiente:

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
Transmitancia Térmica (U) exigida	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35
Resistencia Térmica (R) exigida	2,00	2,22	2,44	2,63	2,86
Diferencia con la R del edificio de origen	1,45	1,67	1,89	2,08	2,31
Espesor necesario (cm)	4,056	4,678	5,285	5,824	6,456
Espesor comercial (cm)	4	5	6	6	7

Evaluación energética

El análisis de la demanda energética a través de la cubierta (400m²) arroja el siguiente resultado.

DEMANDA ENERGÉTICA (KWH)

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Edificio Original	5,7	7,2	7,9	10,0	12,9
Cubierta rehabilitada	1,6	1,7	1,6	2,1	2,3
Ahorro	4,1	5,5	6,3	7,9	10,6
Ahorro (%)	72%	76%	80%	79%	82%

Este ahorro debe repercutirse en las diferentes alturas del edificio, siendo más significativo en las plantas más cercanas a la cubierta. Los edificios de menos de cuatro alturas son los más beneficiados de este tipo de intervenciones.

Evaluación económica

AHORRO ECONÓMICO (€/AÑO)

Zona Climática	Precio €/kWh	A	B	C	D	E
		Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	0,1095	970	1.301	1.490	1.869	2.507
Calefacción GN individual	0,0555	492	659	755	947	1.271
Calefacción GN central	0,0453	401	538	616	773	1.037

GN: Gas Natural

12 h/día calefacción

180 días/año calefacción

INVERSIÓN

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Aislamiento PUR (cm)	4	5	6	6	7
Coste unitario (€/m ²)	10,1	11,9	13,6	13,6	15,4
Inversión (€)	4.039	4.742	5.444	5.444	6.147

RETORNO DE LA INVERSIÓN

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	4	4	4	3	2
Calefacción GN individual	8	7	7	6	5
Calefacción GN central	10	9	9	7	6

GN: Gas Natural

Superficie cubierta

400 m²

Evaluación medioambiental

REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂ (TM/AÑO)

Zona Climática	gr CO ₂ /kWh ahorrado	A	B	C	D	E
		Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	750	7	9	10	13	17
Calefacción GN	210	2	2	3	4	5

GN: Gas Natural

12 h/día calefacción

180 días/año calefacción

Este caso de rehabilitación de cubierta plana tiene los siguientes índices promedio aproximados:

- Reducción de la demanda energética - 80%
- Ahorro económico 3€/m²-año
- Inversión en aislamiento - 12€/m²
- Retorno de la inversión - 4 años
- Reducción de emisiones - 20 kg CO₂/m² año

CASO 2.

Cubierta plana rehabilitada energéticamente con espuma de poliuretano proyectada y protección con elastómero.

1. Reparación de las zonas deterioradas del embaldosado cerámico.
2. Proyección de espuma de poliuretano de densidad 50 kg/m³ y conductividad térmica 0,028 W/m·K. Espesor función de la zona climática (ver tabla)
3. Proyección una protección UVA de elastómero de poliuretano de 2 mm de espesor y densidad 1000 kg/m³ con coloración.

Los costes aproximados de esta intervención son los siguientes:

Rehabilitación de cubierta plana (>500m ²) Desglose de precios aproximados	4 cm €/m ²	5 cm €/m ²	6 cm €/m ²	7 cm €/m ²
Limpieza y preparación de la superficie	1,30	1,30	1,30	1,30
Proyección de poliuretano (densidad 50 kg/m ³)	5,75	6,90	8,05	9,20
Mano de Obra	1,00	1,25	1,50	1,75
Elastómero de poliuretano (densidad 1000 kg/m ³)	8,00	8,00	8,00	8,00
Mano de Obra	1,00	1,00	1,00	1,00
Gastos generales (12%)	2,05	2,21	2,38	2,55
Beneficio (12%)	2,29	2,48	2,67	2,86
Total partida	21,39	23,14	24,90	26,66

El espesor necesario para cada zona climática es el siguiente:

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
Transmitancia Térmica (U) exigida	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35
Resistencia Térmica (R) exigida	2,00	2,22	2,44	2,63	2,86
Diferencia con la R del edificio de origen	1,45	1,67	1,89	2,08	2,31
Espesor necesario (cm)	4,056	4,678	5,285	5,824	6,456
Espesor comercial (cm)	4	5	6	6	7

Evaluación energética

El análisis de la demanda energética a través de la cubierta (400m²) arroja el siguiente resultado.

DEMANDA ENERGÉTICA (KWH)

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Edificio Original	5,7	7,2	7,9	10,0	12,9
Cubierta rehabilitada	1,6	1,7	1,6	2,1	2,3
Ahorro	4,1	5,5	6,3	7,9	10,6
Ahorro (%)	72%	76%	80%	79%	82%

Como el caso anterior, este ahorro de energía debe repercutirse en las diferentes alturas del edificio, siendo más significativo en las plantas más cercanas a la cubierta. Los edificios de menos de cuatro alturas son los más beneficiados de este tipo de intervenciones.

Evaluación económica

AHORRO ECONÓMICO (€/AÑO)

Zona Climática	Precio €/kWh	A	B	C	D	E
		Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	0,1095	970	1.301	1.490	1.869	2.507
Calefacción GN individual	0,0555	492	659	755	947	1.271
Calefacción GN central	0,0453	401	538	616	773	1.037

GN: Gas Natural

12 h/día calefacción

180 días/año calefacción

INVERSIÓN

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Aislamiento PUR (cm)	4	5	6	6	7
Coste unitario (€/m ²)	21,4	23,1	24,9	24,9	26,7
Inversión (€)	8.555	9.257	9.960	9.960	10.662

RETORNO DE LA INVERSIÓN

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	9	7	7	5	4
Calefacción GN individual	17	14	13	11	8
Calefacción GN central	21	17	16	13	10

GN: Gas Natural

Superficie cubierta

400 m²

Evaluación medioambiental

REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂ (TM/AÑO)

Zona Climática	gr CO ₂ /kWh ahorrado	A	B	C	D	E
		Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	750	7	9	10	13	17
Calefacción GN	210	2	2	3	4	5

GN: Gas Natural

12 h/día calefacción

180 días/año calefacción

Este caso de rehabilitación de cubierta plana + protección tiene los siguientes índices promedio aproximados:

- Reducción de la demanda energética - 80%
- Ahorro económico 3€/m²-año
- Inversión en aislamiento + protección - 21€/m²
- Retorno de la inversión - 7 años
- Reducción de emisiones - 20 kg CO₂/m² año

CASO 3.

Cubierta Inclinada abuhardillada rehabilitada energéticamente con aislamiento sobre forjado inferior.

1. Proyección de espuma de poliuretano de densidad 35 kg/m³ y conductividad térmica 0,028 W/m·K. Espesor función de la zona climática (ver tabla)

Los costes aproximados de esta intervención son los siguientes:

Rehabilitación de cubierta inclinada Desglose de precios aproximados	4 cm €/m ²	5 cm €/m ²	6 cm €/m ²	7 cm €/m ²
Proyección de poliuretano (densidad 40 kg/m ³)	5,60	6,75	7,90	9,05
Mano de Obra	1,00	1,25	1,50	1,75
Gastos generales (12%)	0,79	0,96	1,13	1,30
Beneficio (12%)	0,89	1,08	1,26	1,45
Total partida	8,28	10,04	11,79	13,55

El espesor necesario para cada zona climática es el siguiente:

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
Transmitancia Térmica (U) exigida	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35
Resistencia Térmica (R) exigida	2,00	2,22	2,44	2,63	2,86
Diferencia con la R del edificio de origen	1,45	1,67	1,89	2,08	2,31
Espesor necesario (cm)	4,056	4,678	5,285	5,824	6,456
Espesor comercial (cm)	4	5	6	6	7

Evaluación energética

El análisis de la demanda energética a través de la cubierta (400m²) arroja el siguiente resultado.

DEMANDA ENERGÉTICA (KWH)

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Edificio Original	5,7	7,2	7,9	10,0	12,9
Cubierta rehabilitada	1,6	1,7	1,6	2,1	2,3
Ahorro	4,1	5,5	6,3	7,9	10,6
Ahorro (%)	72%	76%	80%	79%	82%

Este ahorro de energía debe repercutirse en las diferentes alturas del edificio, siendo más significativo en las plantas más cercanas a la cubierta. Como en todos los casos de cubiertas, los edificios de menos de cuatro alturas son los más beneficiados de este tipo de intervenciones.

Evaluación económica

AHORRO ECONÓMICO (€/AÑO)

Zona Climática	Precio €/kWh	A	B	C	D	E
		Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	0,1095	970	1.301	1.490	1.869	2.507
Calefacción GN individual	0,0555	492	659	755	947	1.271
Calefacción GN central	0,0453	401	538	616	773	1.037

GN: Gas Natural

12 h/día calefacción

180 días/año calefacción

INVERSIÓN

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Aislamiento PUR (cm)	4	5	6	6	7
Coste unitario (€/m ²)	8,3	10,0	11,8	11,8	13,5
Inversión (€)	3.312	4.014	4.717	4.717	5.419

RETORNO DE LA INVERSIÓN

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	4	4	4	3	2
Calefacción GN individual	8	7	7	6	5
Calefacción GN central	10	9	9	7	6

GN: Gas Natural

Superficie cubierta

400 m²

Evaluación medioambiental

REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂ (TM/AÑO)

Zona Climática	gr CO ₂ /kWh ahorrado	A	B	C	D	E
		Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	750	7	9	10	13	17
Calefacción GN	210	2	2	3	4	5

GN: Gas Natural

12 h/día calefacción

180 días/año calefacción

Este caso de rehabilitación de cubierta inclinada abuhardillada tiene los siguientes índices promedio aproximados:

- Reducción de la demanda energética - 80%
- Ahorro económico 3€/m²-año
- Inversión en aislamiento - 10€/m²
- Retorno de la inversión - 4 años
- Reducción de emisiones - 20 kg CO₂/m² año

CASO 4.

Fachada de doble hoja rehabilitada energéticamente con inyección de espuma de poliuretano en la cámara de aire

1. Análisis de los cerramientos que componen la fachada. Caso de conformidad.
2. Inyección de espuma de poliuretano de baja densidad (12 kg/m³) y conductividad térmica 0,038 W/m·K hasta rellenar la cámara de aire de 5 cm.

El coste aproximado de esta intervención es de 7€/m²

El espesor de aislamiento es fijo y corresponde al espesor de la cámara de aire (5 cm)

Evaluación energética

El análisis de la demanda energética a través de la fachada (400m²) arroja el siguiente resultado.

DEMANDA ENERGÉTICA (KWH)

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Edificio Original	13,3	16,6	18,3	23,3	29,9
Cubierta rehabilitada	5,0	6,3	6,9	8,8	11,3
Ahorro	8,28	10,35	11,39	14,492	18,63
Ahorro (%)	62%	62%	62%	62%	62%

Este ahorro de energía se reparte por igual en todas las alturas del edificio. Los edificios con poca superficie acristalada son los más beneficiados de este tipo de intervenciones.

Evaluación económica

AHORRO ECONÓMICO (€/AÑO)

Zona Climática	Precio €/kWh	A	B	C	D	E
		Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	0,1095	1.959	2.448	2.693	3.428	4.407
Calefacción GN individual	0,0555	993	1.241	1.365	1.737	2.234
Calefacción GN central	0,0453	810	1.013	1.114	1.418	1.823

GN: Gas Natural

12 h/día calefacción

180 días/año calefacción

INVERSIÓN

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Aislamiento PUR (cm)	5	5	5	5	5
Coste unitario (€/m ²)	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Inversión (€)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800

RETORNO DE LA INVERSIÓN

Zona Climática	A	B	C	D	E
	Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	1	1	1	1	1
Calefacción GN individual	3	2	2	2	1
Calefacción GN central	3	3	3	2	2

GN: Gas Natural

Superficie fachada

400 m²

Evaluación medioambiental

REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂ (TM/AÑO)

Zona Climática	gr CO ₂ /kWh ahorrado	A	B	C	D	E
		Málaga	Sevilla	Barcelona	Madrid	Burgos
Calefacción eléctrica	750	13	17	18	23	30
Calefacción GN	210	4	5	5	7	8

GN: Gas Natural

12 h/día calefacción

180 días/año calefacción

Este caso de rehabilitación de fachada con relleno de cámara tiene los siguientes índices promedio aproximados:

- Reducción de la demanda energética - 62%
- Ahorro económico 4€/m²-año
- Inversión en aislamiento - 8€/m²
- Retorno de la inversión - 2 años
- Reducción de emisiones - 30 kg CO₂/m² año

BIBLIOGRAFÍA

- Guía práctica de la energía. Consumo eficiente y responsable. IDAE. 2004
- Código Técnico de la Edificación. DB-HE
- Guía de buena práctica para las proyecciones de espuma de poliuretano. Asociación de Miembros del Instituto Eduardo Torroja. 2001.

CONCLUSIONES

(Fuente: Censo de Edificios del INE - 2001)

Considerando un parque de casi 6 millones de edificios existentes construidos antes de 1980 (fecha en que se empiezan a aislar los edificios por aplicación de la NBE-CT79), se pueden proyectar los datos obtenidos de los ejemplos para concluir lo siguiente:

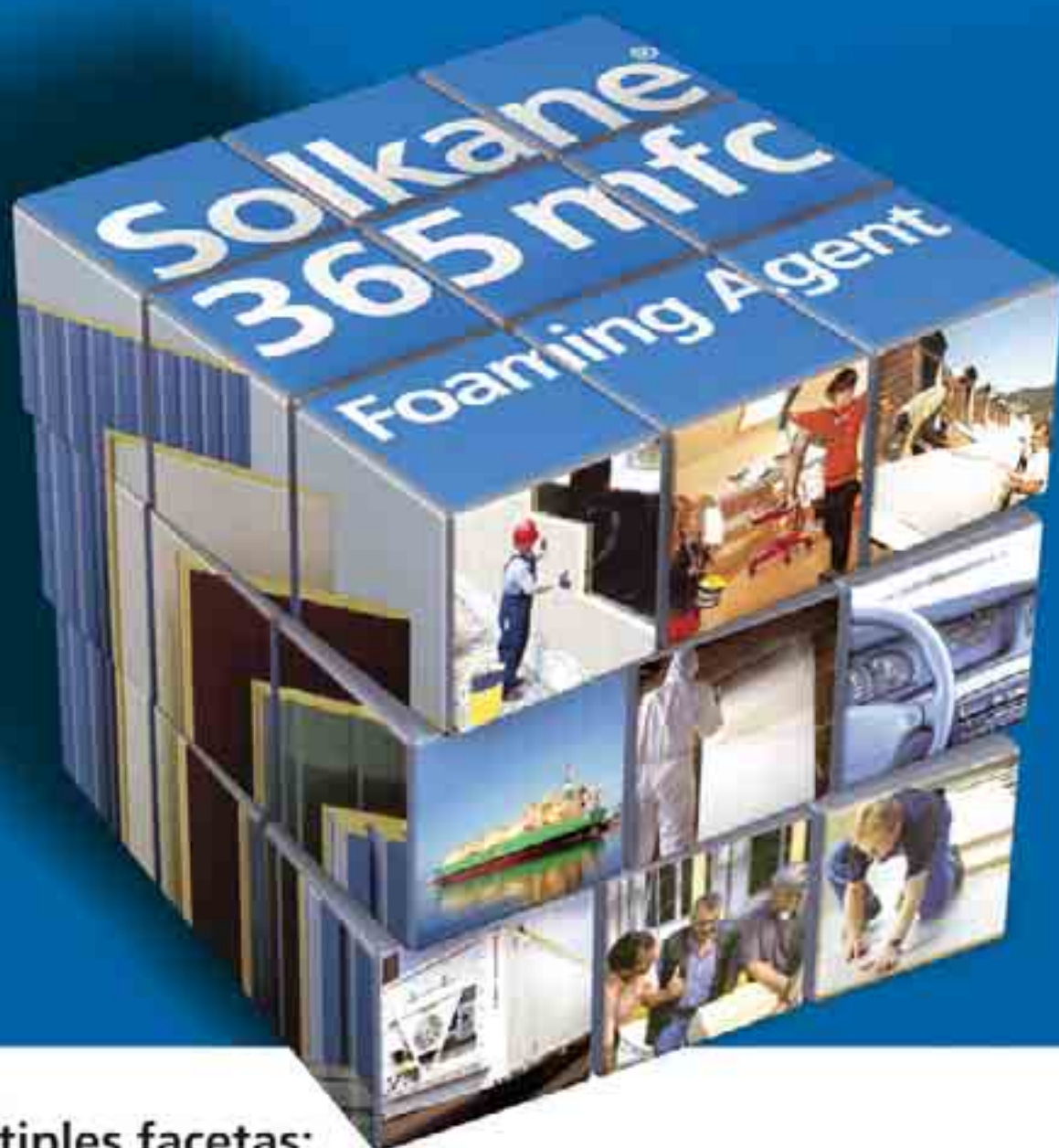
Los edificios con necesidad total o parcial de renovación de su cubierta y/o fachada suponen una enorme oportunidad para nuestro país para ahorrar energía y proteger el medio ambiente.

Las siguientes cifras pueden servir de referencia para las distintas administraciones involucradas en el proceso de rehabilitación energética del parque de edificios:

- La demanda energética de la envolvente se puede reducir entorno a un 75%
- La inversión en aislamiento se puede recuperar en un periodo entre 2 y 4 años

Un PLAN RENOVE DE EDIFICIOS que potencie anualmente la renovación térmica del 2% de los edificios construidos antes de 1980 (aproximadamente 120.000 edificios/año), supondría anualmente el ahorro de 1 MILLON de TONELADAS de CO₂.

SOLVAY



Con múltiples facetas:

A la cabeza

Es difícil mejorar a Solkane® 365mfc si se desea obtener PUR (espuma de poliuretano) de alto rendimiento a precios competitivos, es difícil mejorar a Solkane® 365mfc. Solkane® 365mfc le proporciona mejores valores lambda que cualquier otra espuma termooactiva con cero ODP. Consulte nuestros estudios de ecoeficiencia más recientes que demuestran de la forma más clara cómo Solkane® 365mfc mejora sus productos PUR/PIR (poliuretano/polisocianurato), tanto económica como ecológicamente.

Manipulación segura

Con un punto de ebullición de 40°C, Solkane® 365mfc es realmente un líquido. Esto garantiza una sencilla manipulación y un embalaje seguro y económico.

El mejor equipo

Solkane® 365mfc es el perfecto compañero de equipo: con la gama propia de R365/227 de Solvay de compuestos no inflamables, y otras combinaciones con fluorocarburos o incluso hidrocarburos, las opciones son prácticamente ilimitadas. La utilización de Solkane® 365mfc en su sistema maximiza el rendimiento de aislamiento y minimiza los costes de materias primas. Con Solkane® 365mfc en su equipo usted estará siempre en una posición ganadora.

Gran protección

Solkane® 365mfc es la opción ideal cuando se requiere la clase de seguridad antincendios más alta. Esto se puede incluso mejorar con IXOL®: la gama propia de Solvay de polialcoholes reactivos retardantes de llama.

Consúltenos si desea saber más

Postfach 220
D-30002 Hannover
Línea telefónica comercial +49 511 857-2444
Línea telefónica técnica +49 511 857-2653
Fax +49 511 857-2166
foamingagents@solvay.com
www.solvay-fluor.com

Solvay Fluor



La Pasión por el progreso®

Grupo químico y farmacéutico

SOLFLUOR IBÉRICA, S.L.
C / Dos Licores, 5169
Centro Empresarial, Pol. Ind. Marrataz
(E-07141 Marrataz (Islas Baleares))
Tél: +34 971 229700
Fax: +34 971 229701



IPUR
Asociación de la Industria del Polietileno Rigido

Avda. de Atenas 1-3 • C.C. Las Rozas, 2 • Local 163
• 28290 La Rozas • MADRID

e-mail: ipur@ipur.org

www.ipur.org