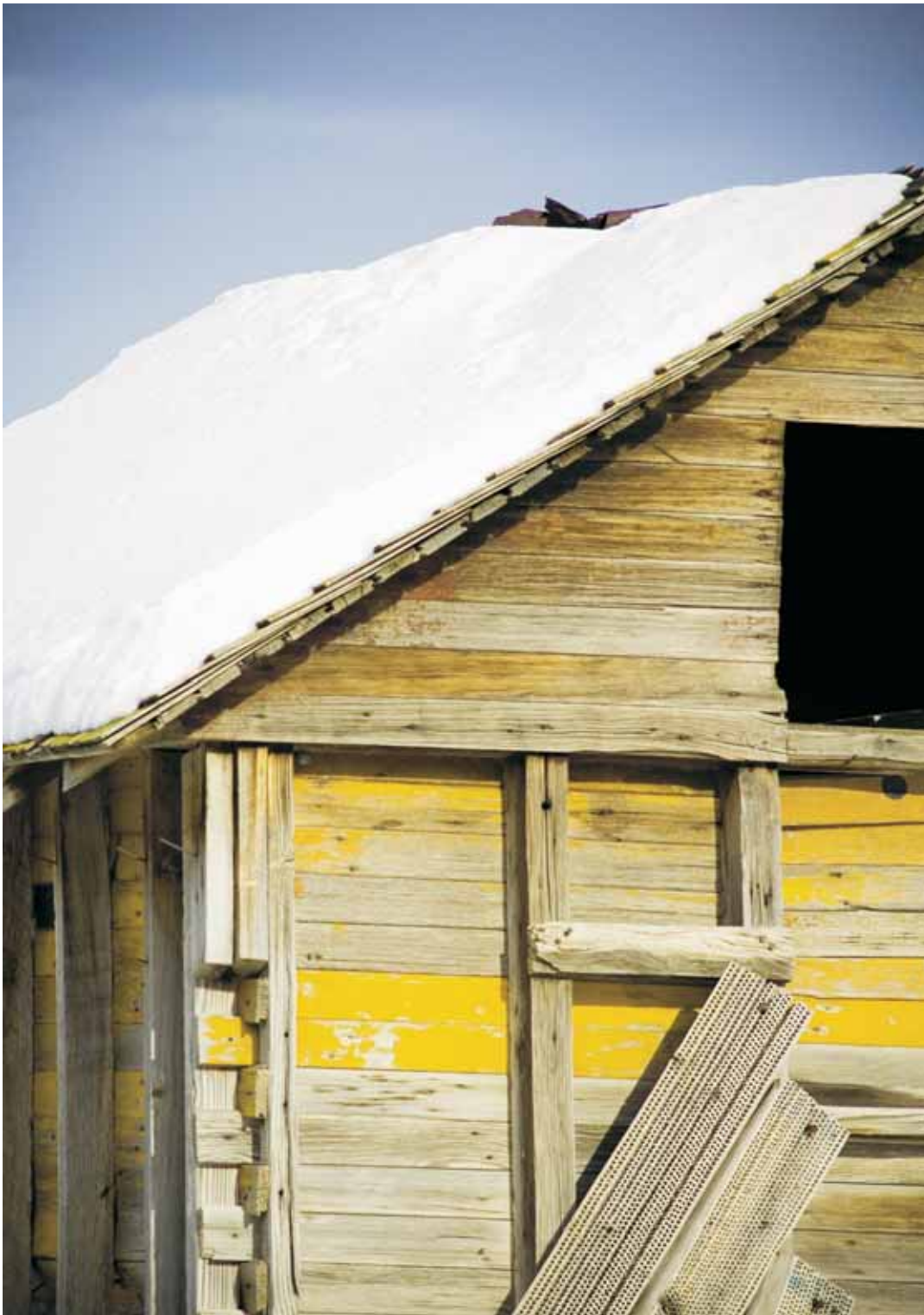




## **Rehabilitación de cubiertas y tejados industriales**



El Poliuretano Proyectado (PUR) es una solución óptima tanto para proyectos de mejora, como de recuperación de cubiertas industriales y comerciales. Además, se presenta como material idóneo para cumplir con los requerimientos establecidos en el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) gracias a su versatilidad, capaz de combinar las propiedades de aislamiento e impermeabilización, con las de soporte de carga, sellado, resistencia al impacto, ahorro de peso-espacio, facilidad de mantenimiento y su barrera transpirable de vapor.

# Índice



01.	La rehabilitación de cubiertas industriales y comerciales en España	4
	I.	Las oportunidades y aplicaciones del PUR
02.	La solución: la espuma de poliuretano proyectado	8
03.	Ahorro económico, medioambiental y energético, también en la vivienda	14
04.	Solución para la rehabilitación de todo tipo de cubiertas	20
	I.	Cubierta Sándwich
	II.	Cubierta Deck
	III.	Cubierta Invertida
	IV.	Cubierta de chapa metálica simple
	V.	Cubierta de fibrocemento
05.	Conclusiones	28



## 01. La rehabilitación de cubiertas industriales y comerciales en España.

Las oportunidades y aplicación del PUR.



La rehabilitación de edificios se presenta como una oportunidad a la situación que está viviendo el sector de la construcción en España en este momento.

La antigüedad de un gran porcentaje de edificios en España, tanto residenciales como comerciales o industriales, avala la necesidad de renovación sobre este tipo de edificaciones.

Datos específicos de la rehabilitación indican que entorno a 500.000 viviendas deberán someterse a una rehabilitación energética en los próximos 5 años.

Teniendo en cuenta estos datos y que cada 15-20 años se suelen acometer medidas de renovación en cubiertas no residenciales, se prevé que en torno unas 100.000 edificaciones tendrán que ser rehabilitadas en la actualidad. Por lo que aproximadamente hay unos 30.000.000 m<sup>2</sup> de cubierta para ejecutar acciones de este tipo.

Para el poliuretano proyectado (PUR) este hecho supone una gran oportunidad, más si cabe que se convierte en la solución constructiva más polivalente para este tipo de situaciones.

Un aspecto importante dentro de la rehabilitación energética es la renovación de fachadas y cubiertas donde el PUR cobra especial protagonismo tanto por su capacidad de aislamiento, protección y estanqueidad como por su fácil instalación.

El poliuretano proyectado cobra un papel principal en la rehabilitación integral de edificios debido a su facilidad y adaptabilidad en su aplicación.

Además, es la opción económica más competitiva y gracias a su baja conductividad térmica e impermeabilizante garantiza el máximo nivel de aislamiento.

### Eficiencia Energética

El funcionamiento de los sistemas de calefacción y aire acondicionado en un edificio supone aproximadamente el 50% de su consumo energético total. En este contexto, la optimización energética se convierte en sinónimo no ya sólo de un mayor rendimiento y un ahorro de costes, sino también en un mejor comportamiento ambiental de los edificios.

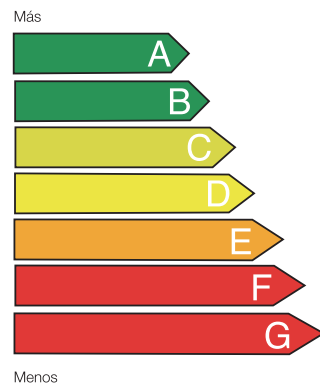
Con el Plan de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética que se está impulsando desde el Gobierno, se pretende conseguir un descenso de 3,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en un par de años. Una de las acciones que se proponen para conseguir este objetivo es el de acometer un correcto aislamiento térmico de las envolventes del edificio con el exterior.

### Certificación Eficiencia Energética y el CTE

Esta certificación es una exigencia que proviene de la Directiva Europea 2002/91/CE y que se ve reflejada en el ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, donde se recogen los procedimientos básicos para la obtención de certificación energética.



### Certificación Energética

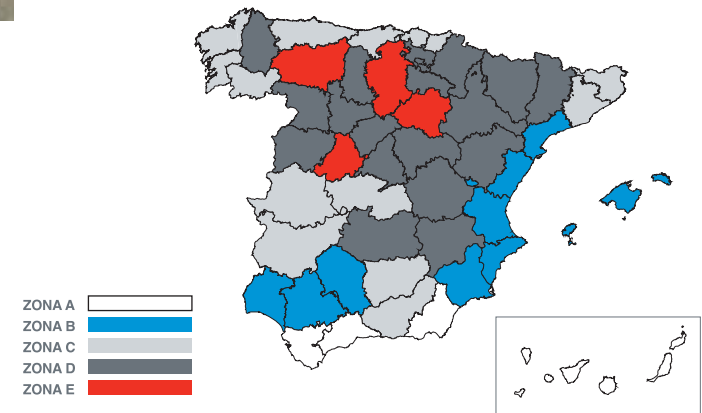


El certificado de eficiencia energética irá acompañado de una etiqueta, similar a las que se utilizan en los electrodomésticos. A cada edificio le será asignada una clase energética, de acuerdo con una escala de siete letras y siete colores que van desde el edificio más eficiente (clase A) al edificio menos eficiente (clase G).

Su valoración se hará en función de la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido por el consumo de energía de las instalaciones de calefacción, refrigeración, agua caliente e iluminación del edificio en unas condiciones de uso determinadas.

A esta circunstancia se le deben sumar los requerimientos que el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) establece en los ámbitos del ahorro de energía y del aislamiento térmico. En su apartado de ahorro de energía (DB-HE1), el CTE fija los valores máximos de pérdidas energéticas (transmitancia térmica -U-) que deben respetar los elementos constructivos, como las cubiertas, en las diferentes zonas climáticas.

### Zonas climáticas





## 02. La solución: La espuma de poliuretano proyectado



### La solución: La espuma de poliuretano proyectado

La rehabilitación de cubierta de un edificio no residencial debe convertirse en una inmejorable oportunidad para que el edificio gane en capacidad de ahorro energético gracias a la utilización de un material y un proceso como la proyección de espuma de poliuretano.

Los problemas de estanqueidad en las cubiertas ya existentes, debidos por ejemplo al paso del tiempo desde su construcción o a una instalación inicial deficiente, son frecuentes y aconsejan una acción rehabilitadora. En otros casos se registra la obligatoriedad, marcada por la ley, de sustituir un material en caso de deterioro o desprendimiento de partículas, como es el caso de las cubiertas de fibrocemento. De esta forma, un proceso de rehabilitación de una cubierta industrial

o comercial se convierte en una oportunidad para mejorar el rendimiento energético del edificio que no se puede dejar pasar de largo. No se puede olvidar que las intervenciones en las cubiertas acostumbran a ser más viables por una cuestión de accesibilidad y probablemente de costo.

Es ante la necesidad de una acción de rehabilitación, entendida casi siempre como la incorporación del aislamiento y la impermeabilización, cuando la aplicación del poliuretano proyectado (PUR) cobra una especial relevancia en relación a otras técnicas y materiales, gracias a su estructura de celda cerrada que aporta los niveles máximos de aislamiento e impermeabilidad.

El PUR es una solución óptima tanto para proyectos de mejora, como de recuperación de cubiertas industriales y comerciales. Además, se presenta como material idóneo para cumplir con los requerimientos establecidos en el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) gracias a su versatilidad, capaz de combinar las propiedades de aislamiento e impermeabilización, con las de soporte de carga, sellado, resistencia al impacto, ahorro de peso - espacio, facilidad de mantenimiento y su permeabilidad al vapor.

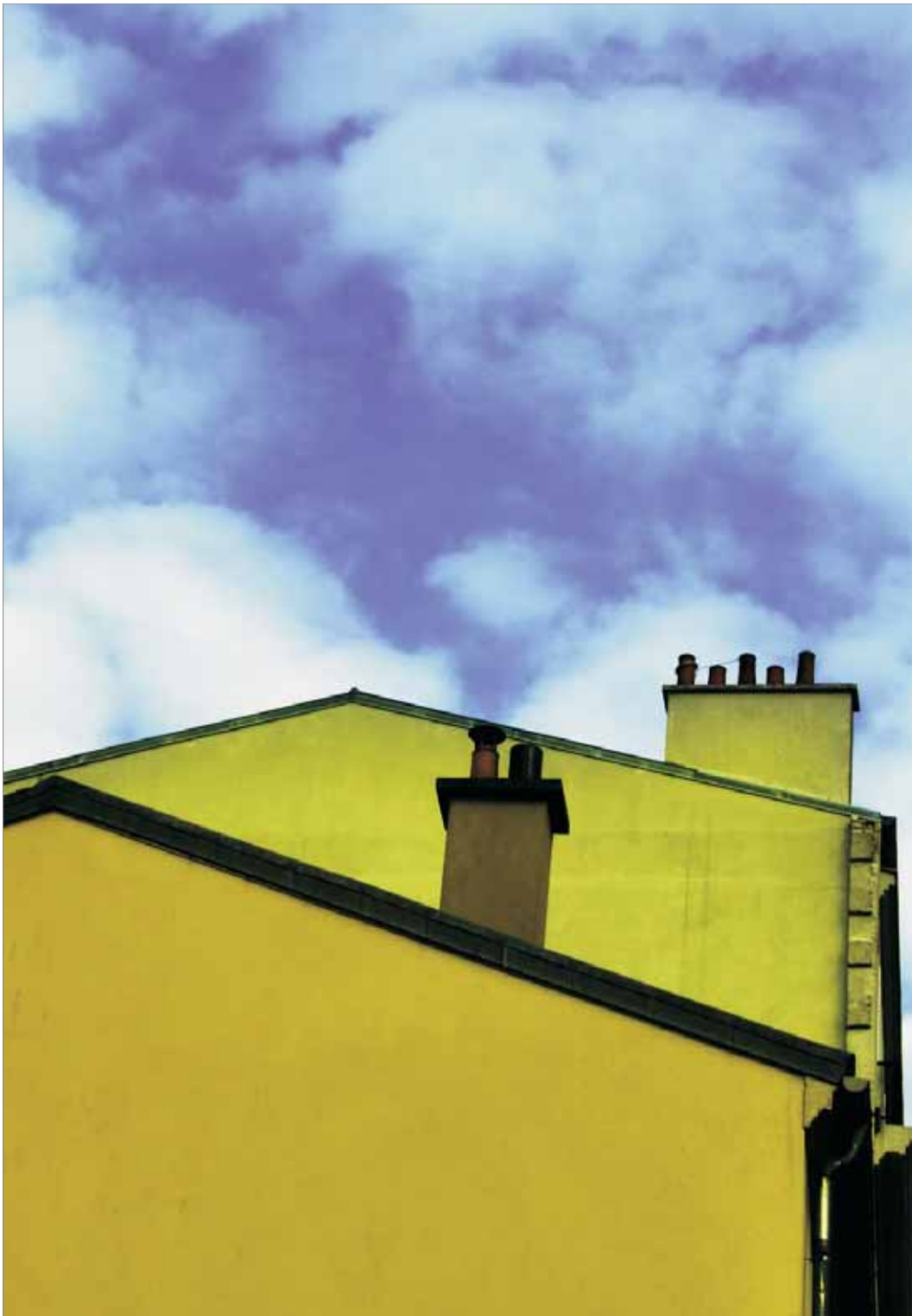
Por último, cabe destacar que la capacidad aislante de la espuma rígida de poliuretano no se consigue con ningún otro material aislante conocido. Esta característica especial se consigue gracias

a la baja conductividad térmica que posee el gas espumante ocluido en el interior de las celdas cerradas.

La espuma rígida de poliuretano producida "in situ" puede alcanzar un valor de conductividad térmica de  $\lambda_{10^{\circ}\text{C}} = 0,022 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ , según UNE 92202. Debido a que las células no impiden totalmente la difusión de gases a través de sus paredes, este valor de conductividad va aumentando ligeramente con el tiempo hasta llegar finalmente a estabilizarse. En la práctica, se considera como valor de conductividad térmica de la espuma el obtenido después de 9 meses de envejecimiento (UNE 92120-1),  $\lambda_{10^{\circ}\text{C}} = 0,028 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ .

### El Poliuretano Proyectado es la solución aislante más competitiva por:

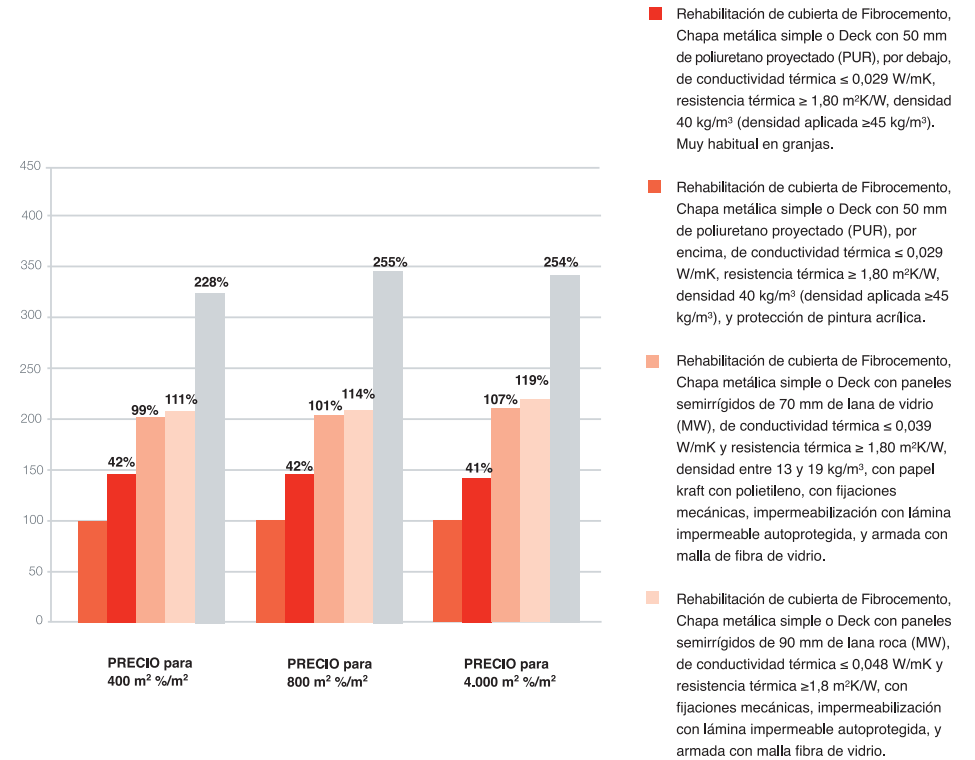
- Alcanza los niveles de aislamiento requeridos por el CTE con el mínimo espesor
- Facilidad de aplicación
- Bajo coste
- Garantiza el máximo nivel de impermeabilidad al agua (DB-HS1)
- Cumple los niveles de seguridad frente a incendios (DB-SI)
- Capacidad aislante y mejora de eficiencia energética de los edificios (DB-HE1)
- Duradero
- Ligero y versátil
- Rapidez de aplicación
- No es necesario enfoscar



### Comparativa económica porcentual en base a la solución constructiva más barata

Las técnicas de rehabilitación de cubiertas están pensadas básicamente para la rehabilitación de cubiertas Deck, de Fibrocemento y Chapa metálica simple. El precio de la rehabilitación de cubiertas invertidas será similar pero añadiendo los costes de desconstrucción (que también va a suceder con la rehabilitación tradicional de una cubierta Deck cuando el aislamiento térmico ha resultado dañado). Las cubiertas Sandwich y otras necesitarán un mantenimiento específico más que la rehabilitación (de añadir aislamiento térmico y/o reparando la impermeabilización)\*.

Según un estudio realizado por la Universidad de Lleida, en el que se compararan las distintas técnicas de rehabilitación de cubiertas, se demuestra que el PUR es el material aislante más competitivo



■ Rehabilitación de cubierta de Fibrocemento, Chapa metálica simple o Deck con 50 mm de poliuretano proyectado (PUR), por debajo, de conductividad térmica  $\leq 0,029$  W/mK, resistencia térmica  $\geq 1,80$  m²K/W, densidad 40 kg/m³ (densidad aplicada  $\geq 45$  kg/m³). Muy habitual en granjas.

■ Rehabilitación de cubierta de Fibrocemento, Chapa metálica simple o Deck con 50 mm de poliuretano proyectado (PUR), por encima, de conductividad térmica  $\leq 0,029$  W/mK, resistencia térmica  $\geq 1,80$  m²K/W, densidad 40 kg/m³ (densidad aplicada  $\geq 45$  kg/m³), y protección de pintura acrílica.

■ Rehabilitación de cubierta de Fibrocemento, Chapa metálica simple o Deck con paneles semirrígidos de 70 mm de lana de vidrio (MW), de conductividad térmica  $\leq 0,039$  W/mK y resistencia térmica  $\geq 1,80$  m²K/W, densidad entre 13 y 19 kg/m³, con papel kraft con polietileno, con fijaciones mecánicas, impermeabilización con lámina impermeable autoprotégida, y armada con malla de fibra de vidrio.

■ Rehabilitación de cubierta de Fibrocemento, Chapa metálica simple o Deck con paneles semirrígidos de 90 mm de lana roca (MW), de conductividad térmica  $\leq 0,048$  W/mK y resistencia térmica  $\geq 1,8$  m²K/W, con fijaciones mecánicas, impermeabilización con lámina impermeable autoprotégida, y armada con malla fibra de vidrio.

■ Rehabilitación de cubierta de Fibrocemento, Chapa metálica simple o Deck con lámina impermeable autoprotégida, y armada con malla fibra de vidrio, paneles rígidos de 60 mm de poliestireno extruido (XPS) UNE-EN 13164, resistencia a compresión  $\geq 300$  kPa, resistencia térmica entre 1,75 y 1,95 m²K/W, superficies lisas y juntas machihembradas, instalado sin adhesión, velo de separación de polipropileno, y capa de 5 cm de gravas.\*\*

\* Este estudio ha tenido en cuenta que tanto la cubierta Deck como la cubierta invertida disponen de un aislamiento térmico incorporado, el cual puede estar en mejor o peor estado según el grado de deterioro consecuencia de la humedad y/o las filtraciones producidas por la impermeabilización.

\*\* Esta solución es muy habitual en cubiertas invertidas planas, pero también se utiliza para cubiertas de poca pendiente (fibrocemento) y chapa.



La rehabilitación de cubierta de un edificio no residencial debe convertirse en una inmejorable oportunidad para que el edificio gane en capacidad de ahorro energético gracias a la utilización de un material y un proceso como la proyección de espuma de poliuretano.





### 03. Ahorro económico, medioambiental y energético, también en la vivienda



El PUR es la solución más adecuada para el aislamiento de cubiertas desde el punto de vista de ahorro económico, medioambiental y energético tanto para edificación industrial como para vivienda.

La Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido (IPUR) ha elaborado una serie de casos de rehabilitación según tipo de cubierta en el que se ofrecen los siguientes datos:

En el caso de la edificación industrial, los ahorros son mayores.

#### ÍNDICES PROMEDIO PARA CASO 1

Cubierta plana no transitable, con acabado de grava y rehabilitada con PUR  
 Reducción del consumo energético (según zona climática): 80%.  
 Ahorro económico: 3 euros/m<sup>2</sup> al año  
 Inversión en aislamiento: 12 euros/m<sup>2</sup>  
 Retorno de la inversión: 4 años  
 Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>: 20 kg/m<sup>2</sup> al año

#### ÍNDICES PROMEDIO PARA CASO 2

Cubierta plana con PUR y protección de elastómero  
 Reducción del consumo energético (según zona climática): 80%.  
 Ahorro económico: 3 euros/m<sup>2</sup> al año  
 Inversión en aislamiento: 21 euros/m<sup>2</sup>  
 Retorno de la inversión: 7 años  
 Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>: 20 kg/m<sup>2</sup> al año

#### ÍNDICES PROMEDIO PARA CASO 3

Cubierta inclinada abuhardillada rehabilitada con PUR sobre forjado interior  
 Reducción del consumo energético (según zona climática): 80%.  
 Ahorro económico: 3 euros/m<sup>2</sup> al año  
 Inversión en aislamiento: 10 euros/m<sup>2</sup>  
 Retorno de la inversión: 4 años  
 Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>: 20 kg/m<sup>2</sup> al año

## SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN

Valores comunes a todos los casos

El espesor necesario para cada zona climática es el siguiente:

Zona climática	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)	4,06	4,678	5,285	5,824	6,456
Espesor coercitivo (cm)	4	5	6	6	7

Figura 1

## DEMANDA ENERGÉTICA (KWH)

En evaluación energética, el análisis de la demanda energética a través de la cubierta (400 m<sup>2</sup>) arroja el siguiente resultado

Zona climática	Zona A Málaga	Zona B Sevilla	Zona C Barcelona	Zona D Madrid	Zona E 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%

Figura 2

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Ahorro económico (euros/año)

Zona climática	Precio euro/KWh	Zona A Málaga	Zona B Sevilla	Zona C Barcelona	Zona D Madrid	Zona E 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

12h/día calefacción

180 días/año calefacción

Figura 3

## EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL

Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (TM/año)

Zona climática	gr CO <sub>2</sub> /KWh ahorrado	Zona A Málaga	Zona B Sevilla	Zona C Barcelona	Zona D Madrid	Zona E Burgos
Calefacción eléctrica	750	7	9	10	13	17
Calefacción GN individual	210	2	2	3	4	5

GN: Gas Natural

12h/día calefacción

180 días/año calefacción

Figura 4

## CASO 1

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

Los pasos ha seguir son los siguientes:

1. Retirada de la grava
2. Reparación de la impermeabilización
3. Proyección de espuma de poliuretano de densidad 50 kg/m<sup>3</sup> y conductividad térmica 0,028 W/m.k.  
Espesor función de la zona climática (Ver tabla)
4. Colocación de la grava

Costes aproximados de esta intervención Rehabilitación de cubierta plana (>500 m <sup>2</sup> )	4 cm euros/m <sup>2</sup>	5 cm euros/m <sup>2</sup>	6 cm euros/m <sup>2</sup>	7 cm euros/m <sup>2</sup>
Total partida	10,10	11,85	13,61	15,37

Espesor necesario para cada zona climática: confrontar figura 1

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Ahorro económico euros/año: confrontar figura 3

Inversión					
Zona climática	Zona A Málaga	Zona B Sevilla	Zona C Barcelona	Zona D Madrid	Zona E Burgos
Aislamiento PUR (cm)	4	5	6	6	7
Coste unitario (euros/m <sup>2</sup> )	10,1	11,9	13,6	13,6	15,4
Inversión (euros)	4.039	4.742	5,444	5,444	6,147

Retorno de la inversión (en años)					
Zona climática	Zona A Málaga	Zona B Sevilla	Zona C Barcelona	Zona D Madrid	Zona E 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 m<sup>2</sup>

## EVALUACIÓN ENERGÉTICA

Confrontar figura 2

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 MEDIOAMBIENTAL

Confrontar figura 4

## CASO 2

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

Los pasos ha seguir son los siguientes:

1. Reparación de las zonas deterioradas del embalsado cerámico
2. Proyección de espuma de poliuretano de densidad 50 kg/m<sup>3</sup> 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 2mm de espesor y densidad 1.000kg/m<sup>3</sup> con colaboración

Costes aproximados de esta intervención Rehabilitación de cubierta plana (>500 m <sup>2</sup> )	4 cm euros/m <sup>2</sup>	5 cm euros/m <sup>2</sup>	6 cm euros/m <sup>2</sup>	7 cm euros/m <sup>2</sup>
Total partida	21,39	23,14	24,90	26,66

Espesor necesario para cada zona climática: confrontar figura 1

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Ahorro económico euros/año: confrontar figura 3

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

Retorno de la inversión (en años)					
Zona climática	Zona A Málaga	Zona B Sevilla	Zona C Barcelona	Zona D Madrid	Zona E 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 m<sup>2</sup>

## EVALUACIÓN ENERGÉTICA

Confrontar figura 2

Como en el caso anterior, 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 MEDIOAMBIENTAL

Confrontar figura 4

## CASO 3

### Cubierta inclinada abuhardillada rehabilitada energéticamente con aislamiento sobre forjado inferior

Los pasos ha seguir son los siguientes:

1. Proyección de espuma de poliuretano de densidad 35 kg/m<sup>3</sup> y conductividad térmica 0,028 W/m-k. Espesor función de la zona climática (Ver tabla)

Costes aproximados de esta intervención Rehabilitación de cubierta plana (>500 m <sup>2</sup> )	4 cm euros/m <sup>2</sup>	5 cm euros/m <sup>2</sup>	6 cm euros/m <sup>2</sup>	7 cm euros/m <sup>2</sup>
Total partida	8,28	10,04	11,79	13,55

Espesor necesario para cada zona climática: confrontar figura 1

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Ahorro económico euros/año: confrontar figura 3

Inversión					
Zona climática	Zona A Málaga	Zona B Sevilla	Zona C Barcelona	Zona D Madrid	Zona E Burgos
Aislamiento PUR (cm)	4	5	6	6	7
Coste unitario (euros/m <sup>2</sup> )	8,3	10,00	11,8	11,8	13,5
Inversión (euros)	3.312	4.014	4.717	4.717	5.419

Retorno de la inversión (en años)					
Zona climática	Zona A Málaga	Zona B Sevilla	Zona C Barcelona	Zona D Madrid	Zona E 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 m<sup>2</sup>

## EVALUACIÓN ENERGÉTICA

Confrontar figura 2

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

## EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL

Confrontar figura 4



La aplicación del PUR se posiciona como una solución válida para la práctica totalidad de las tipologías de cubiertas comerciales e industriales existentes en España, tanto planas como inclinadas.

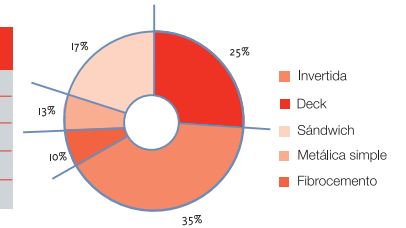
Según datos estadísticos recogidos por la Universidad de Lleida, los edificios no residenciales apuestan en un porcentaje elevado por una cubierta inclinada.

A partir de esta primera división entre planas e inclinadas se pueden diferenciar cinco tipos de cubierta. Una actuación de rehabilitación debe estar precedida de un detallado estudio del estado de la cubierta.

#### Extensión de superficies según tipología de cubiertas

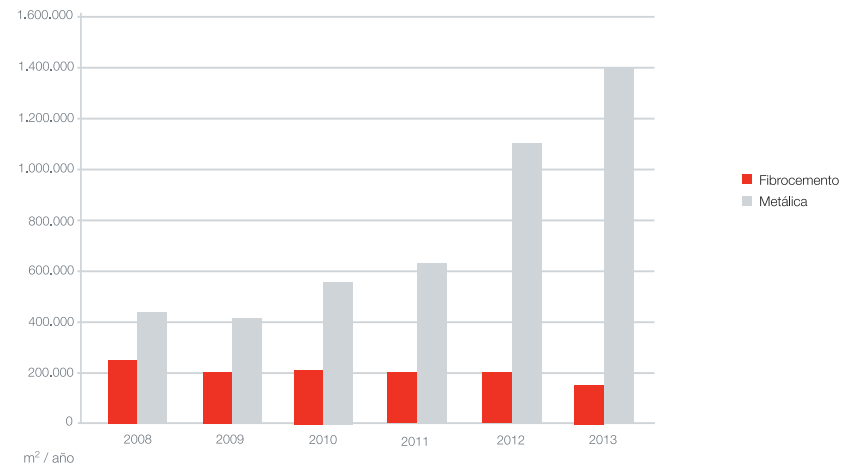
Teniendo en cuenta el tipo de cubiertas instaladas entre 1990 y 1995, se observa que a día de hoy existe un importante mercado de rehabilitación.

Tipos de cubierta	Superficie (m <sup>2</sup> )
Sándwich	4600000
Deck	6750000
Invertida	9850000
Metálica Simple	3700000
Fibrocemento	2620000



#### Mercado potencial de rehabilitación de cubiertas

Dadas las características técnicas de la aplicación del PUR, a corto plazo se detecta una gran oportunidad de negocio concentrada en la rehabilitación de cubiertas metálicas y de fibrocemento. Como consecuencia del tipo de construcción acometido desde hace 15 años en adelante, existe un mayor mercado potencial en cubiertas metálicas, llegando a alcanzar los 1.400.000m<sup>2</sup> dentro de 5 años. Las cubiertas metálicas y de fibrocemento fueron dos tipos de cubiertas muy populares en los 80, por lo que la estimación del mercado potencial real es significativamente mayor. Si tuviéramos en cuenta los datos acumulados, estas cifras incrementarían notablemente.



## 04. Solución para la rehabilitación de todo tipo de cubiertas

### 1. Cubierta Sándwich (inclinada):

Cubierta Sándwich (inclinada): consiste en un panel con dos chapas de metal con poliuretano inyectado (PUR) en su interior. Según los datos recogidos por la Universidad de Lleida, en los últimos años se ha convertido en la hegemónica en el sector.

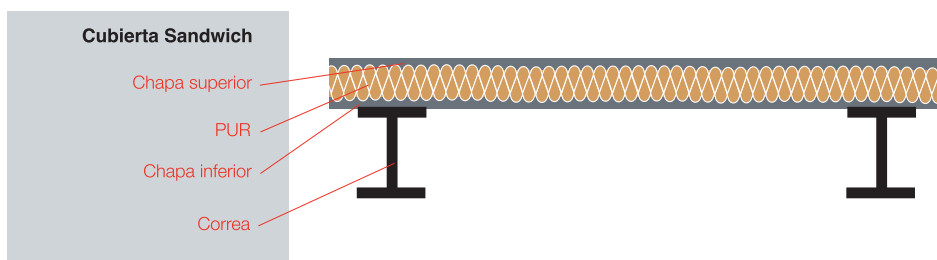
- Este tipo de cubiertas se da mayoritariamente en Industrias y Almacenes.

- Las humedades y goteras aparecerán en las juntas o anclajes debido a la oxidación o corrosión de la chapa de acero,

pero el período de garantía y vida útil de una cubierta Sandwich o de Chapa metálica simple será mayor que la duración de una lámina impermeable.

- En una cubierta Sandwich (panel metálico, poliuretano inyectado y panel metálico), hasta ahora y durante unos años y si la ejecución de la obra fue correcta, sólo se necesitará realizar el mantenimiento adecuado para alargar la vida útil de la solución constructiva.

- Estimación de superficie disponible para renovación: 4.600.000 m<sup>2</sup>



### 2. Cubierta Deck

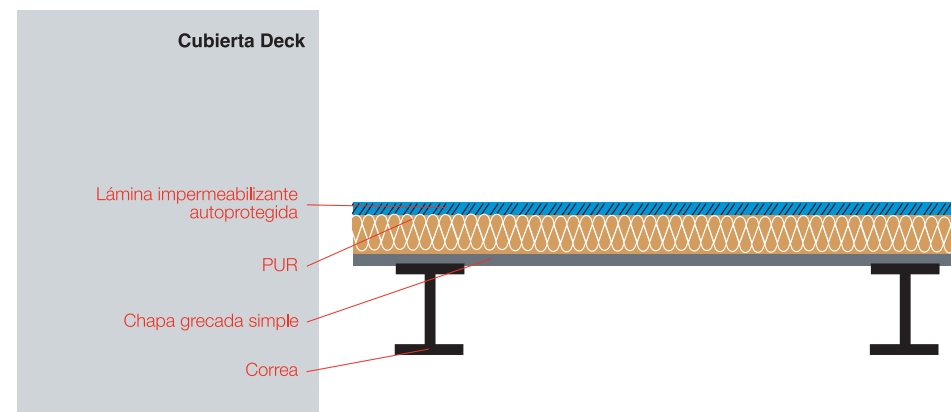
es una cubierta plana construida in situ, consistente básicamente en una chapa metálica, un aislante térmico y una lámina impermeable autoprotégida (tela asfáltica habitualmente). Este sistema aparece como idóneo para cubiertas con una pendiente mínima (entre un 1% y un 3%) y grandes superficies. Hasta 1997, aproximadamente, había sido la más presente en el mercado.

- Este tipo de cubiertas se da mayoritariamente en Industrias y Almacenes.

- Este tipo de cubierta tendrá problemas derivados de la lámina impermeable.

- En una cubierta Deck, si la lámina impermeable ha estado deteriorada durante cierto período de tiempo, el aislante térmico original situado bajo la lámina impermeable también se habrá dañado y habrá perdido sus propiedades. En este caso, tanto el aislamiento térmico como la lámina impermeable autoprotégida deberán ser sustituidos con la misma solución constructiva existente o con poliuretano proyectado y un recubrimiento resistente a los UV.

- Estimación de superficie disponible para renovación: 6.750.000 m<sup>2</sup>



### 3. Cubierta invertida

Es una cubierta plana formada por una capa de hormigón ligero de formación de pendiente, la lámina impermeable (de doble capa), el aislante térmico y el acabado (grava, losas de hormigón, un pavimento flotante o una cubierta ajardinada, dependiendo del uso final de la cubierta).

- Este tipo de cubiertas se da mayoritariamente en Servicios comerciales y Almacenes.

- Al igual que sucede con la cubierta Deck sufrirá problemas derivados de la lámina impermeable.

- En una cubierta Invertida, después de 15 (10-20) años de su construcción será necesaria su rehabilitación porque habrá terminado la vida útil de la lámina impermeable (se habrá deteriorado dando paso a humedades y goteras) y será

completamente válidas la proyección de poliuretano por arriba y un recubrimiento resistente a los UV.

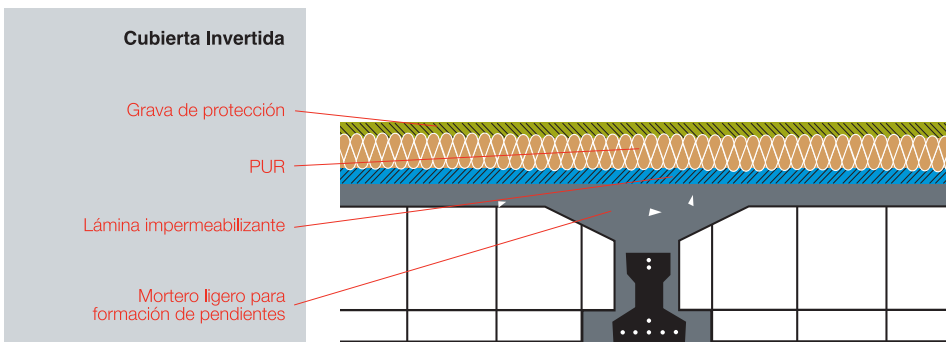
Estos trabajos se pueden realizar sobre el aislamiento existente (sacando las gravas o el pavimento flotante). La cubierta puede quedar terminada con un recubrimiento resistente a los ultravioletas (UV) o puede prescindirse de esta si se reutiliza el pavimento flotante o las gravas existentes.

- Estimación de superficie disponible para renovación: 9.850.000 m<sup>2</sup>

### 4. Cubierta de chapa metálica simple (inclinada)

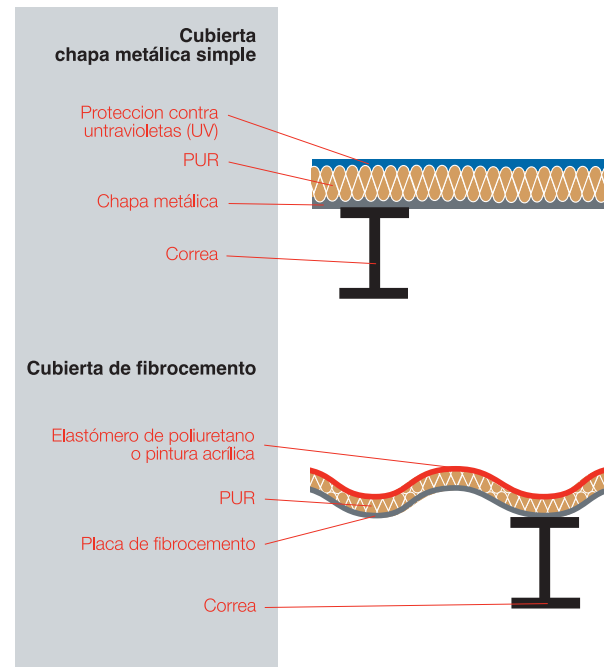
Se construye sin la inclusión de materiales aislantes e impermeabilizadores.

- Este tipo de cubiertas se da mayoritariamente en Explotaciones agrarias y pesqueras e Industrias



- Este tipo de cubierta sufrirá problemas de oxidación y corrosión. A pesar de que las láminas impermeables están garantizadas, en general, por un período de 20 años, se deben sustituir cada 15 años, aproximadamente para evitar cualquier deterioro.

- En una cubierta de Chapa metálica simple, la adición del PUR también puede realizarse por debajo y por la parte superior con un recubrimiento resistente a los UV.



- Estimación de superficie disponible para renovación: 3.700.000 m<sup>2</sup>

### 5. Cubierta de fibrocemento (con amianto e inclinada)

Está construida con paneles ondulados y sin material aislante. Esta tipología existe en edificaciones construidas antes del año 2002, fecha desde la que está prohibido el uso del amianto y su incorporación a cualquier material.

- Este tipo de cubiertas se da mayoritariamente en Industrias y Almacenes

- La cubierta de placas onduladas de fibrocemento tiene una larga duración mientras no sea agujereada por granizos de dimensión importante. Por otra parte, después de un día de lluvia continua, puede empezar a ser atravesada por la humedad, independientemente de la edad de las placas.

- En una cubierta simple de Fibrocemento, se puede añadir aislamiento con PUR, tanto sea por debajo (ha sido muy usado en edificios de explotaciones agrarias con muy pocas instalaciones por techo y sin cielos rasos), como por arriba y un recubrimiento resistente a los UV.

- Estimación de superficie disponible para renovación: 2.620.000 m<sup>2</sup>



El poliuretano garantiza el máximo nivel de impermeabilidad con soluciones constructivas sencillas



## 05. Conclusiones

1. El PUR proyectado es la mejor solución para cumplir los objetivos de eficiencia energética marcada por el gobierno dentro del marco de sostenibilidad en la edificación.
2. El PUR proyectado para la rehabilitación de los edificios ofrece una oportunidad para el nuevo ciclo del mercado de la construcción.
3. El poliuretano proyectado alcanza los niveles de aislamiento requeridos por el CTE con el mínimo espesor.
4. El poliuretano garantiza el máximo nivel de impermeabilidad con soluciones constructivas sencillas.
5. El poliuretano ofrece la mejor solución competitiva desde el punto de vista económico.



# Honeywell International

Honeywell Internacional es el productor líder de una amplia gama de tecnologías, y ofrece a sus clientes en todo el mundo productos y servicios aeroespaciales; tecnologías de control para edificios, hogares e industrias; productos para la industria automovilística; turbocompresores; y materiales especiales.

## **Honeywell España**

La presencia de Honeywell en España se remonta a 1953. Desde entonces la compañía se ha ido consolidando y hoy en día cuenta con cuatro negocios - Aerospace, Automation and Control Solutions, Specialty Materials y Transportation Systems - que conforman una plantilla que supera los 1.100 empleados en España.

## **Honeywell Specialty Materials**

Honeywell desarrolla materiales especializados de alto rendimiento que se encuentran en todos los ámbitos de la vida diaria: fibras avanzadas, aditivos y películas especiales, resinas, tintes fotográficos, reactivos y refrigerantes, materiales orgánicos e inorgánicos así como tecnologías y materiales relacionados con el refinado del petróleo.

Entre estos materiales de alto rendimiento, cabe destacar Enovate® 3.000 Blowing Agent (HFC-245fa).

Se trata de un agente hinchable con base fluorocarbonada usado para crear espumas aislantes de alto rendimiento. Respetuoso con el ozono y no inflamable, ofrece propiedades expandentes superiores y por tanto una importante contribución a la protección del medio ambiente.

Asociado directamente con la Espuma de Poliuretano Rígido (PUR), su principal aplicación la encontramos en el aislamiento, tanto para paredes, suelos, como para tejados de edificios, sean estos comerciales o viviendas particulares. Sus propiedades garantizan un alto nivel de aislamiento, tanto acústico como térmico, contribuyendo al ahorro de energía de manera notable, y por tanto, a la protección del medio ambiente.

#### Fuentes consultadas

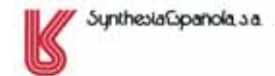
- *Informe final: Estudio de viabilidad de la rehabilitación de cubiertas industriales y comerciales en España usando poliuretano proyectado. Por el Grup de Recerca en Energia Aplicada (GREA) de la Escola Politècnica Superior de la Universitat de Lleida.*
- *Guía de rehabilitación con poliuretano (edición enero 2007) por IPUR (Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido).*
- *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (IDAE)*
- [www.atepa.org](http://www.atepa.org)


#### Agradecimientos a:

Asociación Técnica del Poliuretano Proyectado (ATEPA).

Asociación de Industria del Poliuretano Rígido (IPUR).

Han colaborado:



Los sistemas de poliuretano de estas empresas cuentan con el Certificado de **AENOR** 

Para más información sobre esta certificación pueden consultar [www.aenor.es](http://www.aenor.es) o [www.andima.es](http://www.andima.es)

# Honeywell

## **Honeywell S.L.**

C. Josefa Valcarcel 24  
28027 Madrid  
España

Teléfono Directo: (00 34) 93-436-4393  
Teléfono General: (00 34) 91-313-6100

## **Honeywell Fluorine Products Europe B.V.**

Laarderhoogtweg 18  
1101 EA AMSTERDAM  
The Netherlands

[www.enovate3000.com](http://www.enovate3000.com)  
[Enovate.customercare@honeywell.com](mailto:Enovate.customercare@honeywell.com)