

# Rehabilitación Térmica de Fachadas con Poliuretano Inyectado

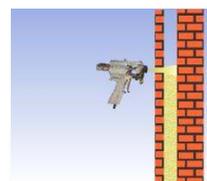
## 1. Descripción:

La inyección de espuma rígida de poliuretano en la fachada es una de las actuaciones más eficaces para reducir las pérdidas o ganancias energéticas y las emisiones contaminantes de los edificios.



Inyección de poliuretano para mejorar la eficiencia energética de la fachada

Se puede inyectar poliuretano en cualquier fachada de doble hoja, ya sea de ladrillo, hormigón, cemento, yeso laminado, fibrocemento, metal o madera, siempre que disponga de un espacio hueco en el medio del cerramiento (cámara de aire).



El poliuretano se inyecta en estado líquido en la cámara de aire de la fachada, expandiéndose en el interior y formando una espuma rígida de celda abierta de gran capacidad aislante y muy baja densidad, donde sólo el 2% es materia sólida.

También se utiliza en aislamiento industrial de tanques, depósitos y tuberías.

## 2. Ventajas:

- El poliuretano inyectado tiene una conductividad térmica 8 veces menor que la cámara de aire, lo que reduce notablemente las pérdidas de energía por transmisión a través del cerramiento.
- Al sellar el espacio vacío de la fachada, elimina las infiltraciones de aire exterior y mejora el comportamiento térmico y el confort.
- Su estructura de micro-celdas abiertas lo convierte en un buen absorbente acústico, por lo que reduce el ruido aéreo proveniente del exterior.
- Al ir situado tras la tabiquería, no afecta a la seguridad contra incendios del edificio.
- Al expandir dentro de la cámara, y ser un material rígido, forma un cuerpo, asegura el llenado total de la cámara incluyendo huecos y fisuras, se adapta a cualquier geometría, y no sufre asentamientos con el paso del tiempo.
- El carácter adhesivo del poliuretano hace que esta solución consolide ambas hojas de la fachada.
- El poliuretano no emite sustancias perjudiciales, ni facilita la proliferación de hongos o microorganismos, y es un material inocuo y estable de gran duración, con una vida útil superior a 50 años.
- No reduce el espacio habitable del edificio.
- En su puesta en obra genera mínimas molestias al usuario.

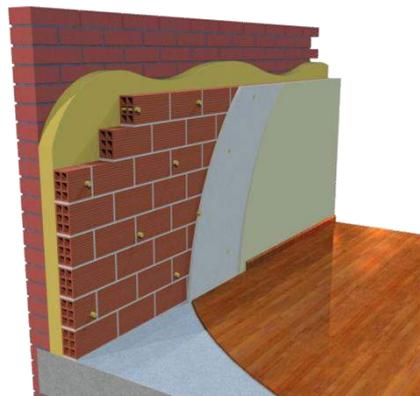
### 3. Actuación y precauciones:

#### Antes de inyectar poliuretano:

Previamente a la inyección se debe revisar la hoja interior y exterior de la fachada por si existen grietas, defectos en las juntas o humedades que puedan reducir su resistencia mecánica. En caso de detección de defectos, se deben reparar correctamente.

Se puede decidir inyectar desde el exterior o desde el interior. El resultado será idéntico, por lo que la decisión dependerá del estado de la fachada, o de la actuación posterior que se desee hacer, si se quiere reparar el exterior o el interior.

Se debe medir el espesor medio de la cámara de la fachada mediante catas uniformemente distribuidas en la fachada (se recomienda al menos 10 medidas cada 100 m<sup>2</sup>, calculando la media de todas las medidas).



Inyección de poliuretano por el interior



Medida del espesor de la cámara a través de una cata

Se debe comprobar la existencia de un espesor mínimo y continuo de cámara para inyección. En una cámara menor de 3 cm, o con rebabas internas de mortero que dejen estrecheces menores de 3 cm, o con presencia de cascotes y restos de obra, el correcto llenado de la cámara puede verse seriamente dificultado. Cuanto más gruesa sea la cámara a rellenar, y más limpia esté, mejores serán los resultados de la inyección y por tanto mayor mejora térmica.

Se debe comprobar la existencia y el estado de las canalizaciones eléctricas en las cámaras y su conexión con cajas y automatismos. Hay que quitar y sellar el hueco, por ejemplo con poliuretano en spray monocomponente, en todos aquellos enchufes, cajas de conexión o automatismos que comuniquen con la cámara, más habitual con tabiques interiores de ladrillo hueco sencillo o de placa de yeso laminado.

Se debe conocer si la cámara tiene conexión con otros espacios como armarios mal sellados, cajas de persiana, huecos, otros tabiques u otras plantas (inferiores o superiores). En caso de que existan estas conexiones, habrá que sellar con spray monocomponente o similar para evitar derrames, consumos excesivos y manchados innecesarios.

Como regla general, al tratarse de obras de rehabilitación, las condiciones iniciales pueden variar mucho de una obra a otra, por lo que las partes implicadas deberán ser flexibles y adaptarse a las circunstancias.

#### Durante la inyección de poliuretano:

La inyección se puede realizar a través de pequeños taladros de 2 ó 3 cm de diámetro o a través de aberturas medianas de aproximadamente 10x10 cm.

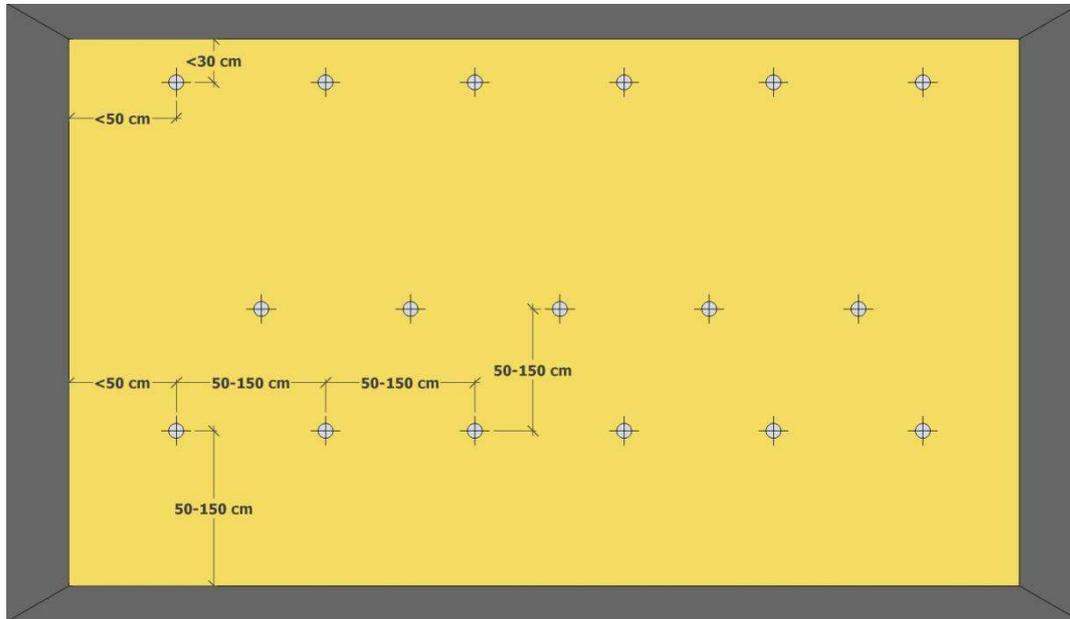


Inyección a través de pequeños taladros



Inyección a través de aberturas mayores

Estos orificios deberán estar repartidos en la totalidad de la superficie a inyectar, espaciados uniformemente entre sí de 50 a 150 cm, dependiendo del grosor de la cámara, tanto en horizontal como en vertical y sin que se sitúen sobre la misma vertical, con el objetivo de evitar sobre-presiones dentro de la cámara. Es aconsejable que los últimos orificios estén lo más pegado posible del techo, y nunca a menos de 50 cm de las esquinas.



Distribución de las aberturas de inyección

El producto adecuado será un sistema de poliuretano específico para inyección o para colada de las siguientes características:

- Contenido en Celda Cerrada:  $< 20\%$  (producto de celda abierta, Clase CCC1)
- Conductividad Térmica: Entre  $0,035$  y  $0,040\text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Densidad: entre  $15$  y  $25\text{ kg/m}^3$
- Agente espumante:  $\text{CO}_2/\text{agua}$
- Tiempo de Espumación lento: Tiempo de crema entre  $10$  y  $20$  segundos. Tiempo de gel entre  $40$  y  $80$  segundos.

Al no existir norma de producto a fecha de hoy (octubre 2011), aún no es exigible ni posible el Marcado CE ni la Certificación de Calidad (Marca N, Marca Q o Marca A+).



La inyección se realiza con un sistema específico de celda abierta y baja densidad

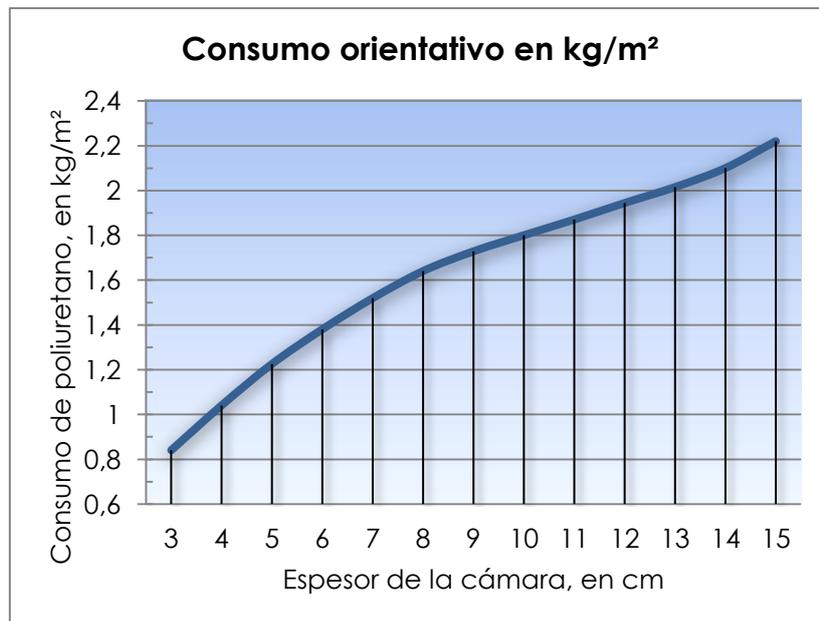
La máquina de inyección puede ser la habitual de proyección, o una de menor tamaño, ya que la inyección requiere menos presión que la proyección. Es importante eliminar completamente el producto de proyección que pudiera quedar en las mangueras antes de iniciar la inyección. La pistola puede ser la normal de proyección sin difusor, o una pistola específica de colada. En caso de realizar la inyección a través de pequeños taladros, se deberá utilizar una cánula adosada a la pistola.



Comprobación en laboratorio del completo llenado de la cámara

La inyección debe comenzar por los orificios situados en la parte inferior. Se debe aportar producto durante un tiempo inferior al inicio de la espumación, y esperar hasta que la espuma llegue al orificio, llenando la cámara de abajo arriba lentamente para que el poliuretano rellene la cámara sin crear presiones excesivas en las paredes, ya que éstas podrían llegar a fisurar.

El consumo depende de la densidad final que alcance el producto, y ésta del grosor de la cámara, por lo que de forma aproximada se puede establecer la siguiente relación entre el grosor de la cámara y el consumo por  $m^2$ .



### Después de inyectar poliuretano:

Será necesario realizar un sellado de los orificios de inyección.



Orificios de inyección rellenos, antes del sellado

Por último, se podrá pintar o reparar la hoja por la que se ha realizado la inyección.



Estado de la vivienda tras mejorar la eficiencia energética, a la espera del acabado final

## Anexo 1: Ejemplo de informe de realización de los trabajos

### Datos de la obra

Cliente: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Jefe de obra: \_\_\_\_\_

### Datos de la empresa de aplicación

Empresa de aplicación: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Nombre del aplicador: \_\_\_\_\_

### Datos del edificio

Uso del edificio: \_\_\_\_\_ Año de construcción: \_\_\_\_\_

Número de plantas: \_\_\_\_\_ Superficie útil por planta: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> Altura útil de cada planta: \_\_\_\_\_ m

Composición de la fachada: \_\_\_\_\_

Estado previo de la fachada: \_\_\_\_\_

Superficie de la fachada a aislar: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> Anchura de la cámara de aire: \_\_\_\_\_ cm

Estado de los elementos colindantes: \_\_\_\_\_

### Datos de la ejecución

Fecha de inicio de los trabajos: \_\_\_\_\_ Fecha de finalización de los trabajos: \_\_\_\_\_

Descripción de los trabajos previos de preparación: \_\_\_\_\_

Total de poliuretano inyectado: \_\_\_\_\_ kg

Esquema de las superficies inyectadas y puntos de inyección:

Instrucciones especiales: \_\_\_\_\_

Puntos conflictivos o con dificultades: \_\_\_\_\_

### Estudio del retorno de la inversión

Pérdidas energéticas antes de la inyección: \_\_\_\_\_ kWh

Pérdidas energéticas después de la inyección: \_\_\_\_\_ kWh

Porcentaje de mejora: \_\_\_\_\_ %

Coste de la calefacción ahorrada: \_\_\_\_\_ €/año

Coste de la Inyección: \_\_\_\_\_ €

Amortización de la Inyección de Poliuretano: \_\_\_\_\_ años

Firma \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

## Anexo 2: Cálculo del ahorro energético y retorno de la inversión

Utilizar la hoja excel "Amortizacion-Inyeccion.xls" disponible para descarga en el siguiente link: [www.atepa.org/Amortizacion-Inyeccion.xls](http://www.atepa.org/Amortizacion-Inyeccion.xls).

Cálculo de Amortización en Inyección de Poliuretano		
Datos	Superficie de fachada inyectada	60 m <sup>2</sup>
	Temperatura media interior en invierno	20 °C
	Temperatura media exterior en invierno	5 °C
	Tipo de calefacción	Eléctrica Elegir
	Tipo de hoja exterior	Cara vista 1/2 pié Elegir
	Tipo de hoja interior	Hueco sencillo Elegir
	Grosor de la cámara	5 cm
Coste de la Inyección	1000 €	
Resultados	Transmitancia térmica de la fachada antes de la inyección	1,67 W/m <sup>2</sup> ·K
	Transmitancia térmica de la fachada después de la inyección	0,45 W/m <sup>2</sup> ·K
	Pérdidas energéticas antes de la inyección	6.507 kWh
	Pérdidas energéticas después de la inyección	1.765 kWh
	Porcentaje de mejora	73 %
	Coste de la calefacción ahorrada	1.034 €/año
<b>Amortización de la Inyección de Poliuretano</b>		<b>1,0 años</b>

## Anexo 3: Relación de empresas y productos para inyección

Se pueden encontrar empresas de proyección e inyección de poliuretano en la página web de ATEPA, en la pestaña de "Asociados", <http://www.atepa.org/empresas.php>, buscando en el mapa por provincias.

## Anexo 4: Otros recursos

Ficha de solución constructiva de Inyección del Libro Blanco del Poliuretano Proyectado. [www.atepa.org/documentos/PUR3.5.pdf](http://www.atepa.org/documentos/PUR3.5.pdf)

Ficha de solución de rehabilitación del Libro Blanco del Poliuretano Proyectado. [www.atepa.org/documentos/PUR5.5.pdf](http://www.atepa.org/documentos/PUR5.5.pdf)

Vídeo sobre ejecución de obra de Inyección de Poliuretano. <http://www.youtube.com/watch?v=QIS2G8UPDMM>