

## EJEMPLOS DE REHABILITACIONES TÉRMICAS EN UN EDIFICIO. EVALUACIÓN DE LOS AHORROS DE ENERGÍA

En este artículo se analizan diferentes comportamientos energéticos de un mismo edificio inicialmente sin aislamiento térmico y posteriormente rehabilitando térmicamente la envolvente. Los resultados obtenidos para este edificio no son extrapolables a otros edificios, únicamente se muestran unos ahorros potenciales de energía en las condiciones concretas que se detallan (geometría del edificio, orientación, características de la envolvente, sistemas de climatización, etc.). Por tanto, pueden obtenerse unos ahorros de energía inferiores o superiores a los aquí presentados para distintos casos. La finalidad de este artículo es presentar distintas soluciones de rehabilitación incorporando aislamiento térmico y así resaltar los beneficios y ahorros obtenidos para cada actuación (cubierta y fachada).

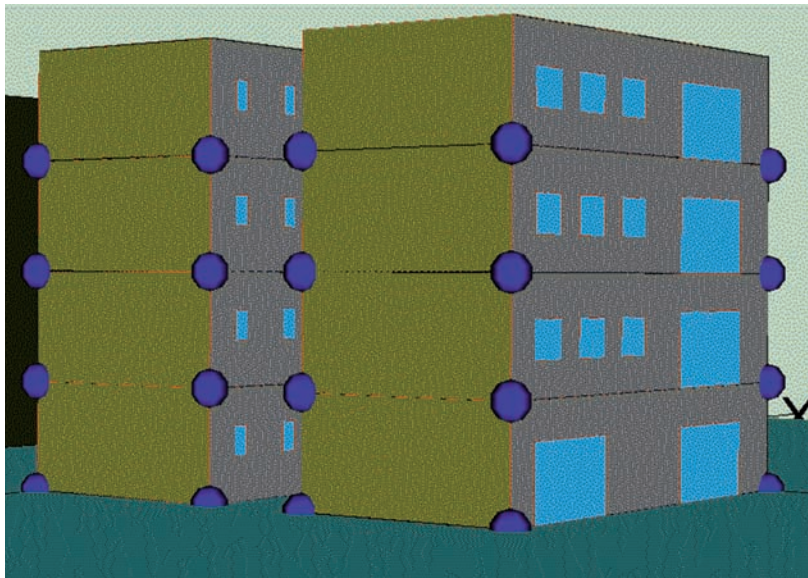
12 informe

### PROCEDIMIENTO

El edificio objeto de este ejemplo fue construido en el año 1975, lo que significa que en su construcción no se tuvo en cuenta el aislamiento térmico como condicionante de partida.

Para realizar las simulaciones se ha utilizado el programa de calificación energética CALENER-VYP que facilita el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

Figura 1. Esquema del edificio simulado en CALENER VYP



para la certificación energética de los edificios de viviendas. Se han introducido en este programa los datos que describen al edificio sin aislamiento en la situación de partida y posteriormente las diferentes actuaciones de rehabilitación térmica que se detallarán en cada caso. Además dichas simulaciones se han ubicado en cinco zonas climáticas diferentes para que este ejemplo resulte más representativo.

Los casos evaluados en el programa han sido los siguientes:

1. Análisis energético del edificio de partida (sin aislamiento térmico)
2. Análisis energético del edificio rehabilitando los huecos del edificio
3. Análisis energético del edificio rehabilitando la cubierta y la parte ciega de la fachada
4. Análisis energético del edificio rehabilitando la cubierta y fachada (parte ciega + hueco)

### DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO DE PARTIDA

Se trata de un edificio en bloque de viviendas construido en 1975, situado entre medianeras compuesto de planta baja destinada a locales comerciales

y tres plantas de viviendas. Del estudio se ha excluido la planta baja con el fin de obtener resultados propios de una vivienda. Así mismo se han excluido del estudio las posibilidades de rehabilitación de la medianera y forjados entre plantas habitables.

Las características principales del edificio son:

- Superficie total del edificio: 800 m<sup>2</sup>
- Superficie por planta 200 m<sup>2</sup>
- Altura libre de las viviendas: 2,5 m
- Distribución por planta: dos viviendas más escalera
- Superficies:
  - Superficie por vivienda: 92 m<sup>2</sup>
  - Superficie escalera: 16 m<sup>2</sup>
  - Porcentaje de huecos de la fachada principal = 7 %
- Sistemas de climatización del edificio: Caldera mixta de gas natural con un rendimiento nominal de 0,85 y una capacidad nominal de 16kW.

## DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO REHABILITANDO TÉRMICAMENTE SU ENVOLVENTE

La rehabilitación térmica consiste en incorporar aislamiento en la cubierta y en la fachada. En la siguiente

### Características energéticas de la situación de partida del edificio

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	MATERIAL	Transmitancia térmica U (W/m <sup>2</sup> .K)
FACHADA	½ Pie de ladrillo per forado	1,83
	Mortero de cemento	
	Cámara de aire	
	Tabique ladrillo sencillo	
	Enlucido interior	
DIVISORIOS INTERIORES	Enlucido interior	3,39
	Ladrillo hueco (fábrica)	
	Enlucido interior	
PARED MEDIANERA	Mortero exterior	2,30
	Ladrillo per forado (fábrica)	
	Enlucido interior	
FORJADO ENTRE PLANTAS	Pavimento gres	3,25
	Mortero	
	Forjado cerámico	
	Enlucido interior	
CUBIERTA	Pavimento baldosa cerámica	1,47
	Tela asfáltica	
	Hormigón de pendientes	
	Aislamiento	
	Forjado cerámico	
	Enlucido interior	
HUECOS DE FACHADA	Marco de aluminio	5,7
	Vidrio sencillo o monolítico	

tabla se recogen los valores de transmitancia térmica de los cerramientos en ambas situaciones:

Valores de transmitancia térmica (U)	Situación inicial (valor de U en W//m <sup>2</sup> .K)	Situación final(valor de U en W//m <sup>2</sup> .K)
Cubierta	1,47	0,35
Fachada principal (parte ciega)	1,83	0,52
Hueco de la fachada	5,7	1,74

Para conocer todos los detalles y soluciones de rehabilitación energética de la envolvente del edificio se puede consultar las guías técnicas para rehabilitación editadas por el IDAE ([www.idae.es](http://www.idae.es) o [www.andimat.es](http://www.andimat.es)). En este ejemplo se han tomado alguna de las soluciones propuestas en estas publicaciones.

Para este ejemplo en concreto las características de los elementos constructivos rehabilitados térmicamente han sido:

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	MATERIAL	Transmitancia térmica (W/m <sup>2</sup> .K)
FACHADA: REHABILITACIÓN CON AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR	Revestimiento de acabado	0,52
	Enlucido base	
	Armadura	
	Aislamiento térmico Resistencia térmica = 1,5 (m <sup>2</sup> K)/W	
	½ Pie de ladrillo per forado	
	Mortero de cemento	
	Cámara de aire	
	Tabique ladrillo sencillo	
	Enlucido interior	
HUECO REHABILITACIÓN CON MARCO DE ALTAS PRESANCIONES TÉRMICAS Y UNIDAD DE VIDRIO AISLANTE	Marco de altas prestaciones térmicas: U = 1,9 (W/m <sup>2</sup> .K) 35 % de marco	1,77
	Unidad de Vidrio Aislante (emisividad 0.03 < 0.1, g=0,42) composición 4-12-4 U = 1,7 (W/m <sup>2</sup> .K)	
CUBIERTA: REHABILITACIÓN CON AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR	Protección de grava	0,35
	Geotextil y membrana	
	Aislamiento térmico Resistencia térmica = 2,2 (m <sup>2</sup> K)/W	
	Tela asfáltica	
	Hormigón de pendientes	
	Aislamiento	
	Forjado cerámico	
Enlucido interior		

## RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

A continuación se presentan los datos obtenidos de los consumos de energía primaria, las demandas de calefacción-refrigeración y emisiones de CO<sub>2</sub> de dicho edificio suponiendo que está situado en cinco zonas climáticas. Las unidades de consumo de energía primaria vienen expresadas en kWh/m<sup>2</sup> y año.

### Situación 1: Situación de partida, datos de consumos del edificio sin aislamiento térmico

Consumos o emisiones \ zona climática	Consumos/emisiones del edificio de partida				
	A3 (Cádiz Málaga)	B3 (Valencia)	C2 (Barcelona)	D3 (Madrid)	E1 (Burgos)
Consumo energía primaria (kWh/ m <sup>2</sup> )	128,9	144,7	161,4	207,8	270,2
Demanda calefacción (kWh/ m <sup>2</sup> )	45,7	69,7	96,7	132,2	213,7
Emisiones de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	27,7	30,5	33,4	43,5	55,4

En las siguientes tablas se muestran los consumos de energía primaria, las demandas de calefacción y emisiones de CO<sub>2</sub> del edificio rehabilitado con aislamiento térmico en cada caso, así como los porcentajes de ahorro obtenidos en referencia a la situación de partida o situación I (edificio sin aislamiento térmico).

### Situación 2: Rehabilitación de los huecos del edificio

Consumos o emisiones \ zona climática	Edificio de referencia \ Edificio rehabilitado									
	% Ahorro									
	A3 (Cádiz Málaga)		B3 (Valencia)		C2 (Barcelona)		D3 (Madrid)		E1 (Burgos)	
Consumo energía primaria(kWh/m <sup>2</sup> )	128,9	122	144,7	133,4	161,4	150,4	207,8	191,5	270,2	250,4
	5,4%		7,81%		6,82%		7,84%		7,33%	
Demanda calefacción (kWh/m <sup>2</sup> )	45,7	43,5	69,7	65,2	96,7	90,2	132,2	127,7	213,7	195,0
	4,81%		6,46%		6,72%		7,9%		8,75%	
Emisiones de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	27,7	26,1	30,5	28,0	33,4	31,1	43,5	39,9	55,4	51,3
	5,8%		8,2%		6,9%		8,3%		7,4%	

### Situación 3: Rehabilitación de la cubierta y parte opaca de la fachada sin rehabilitar los huecos

Consumos o emisiones \ zona climática	Edificio de referencia \ Edificio rehabilitado									
	% Ahorro									
	A3 (Cádiz Málaga)		B3 (Valencia)		C2 (Barcelona)		D3 (Madrid)		E1 (Burgos)	
Consumo energía primaria(kWh/m <sup>2</sup> )	128,9	101,0	144,7	107,9	161,4	116,1	207,8	149,5	270,2	193,6
	21,6%		25,4%		28,1%		28,1%		28,3%	
Demanda calefacción (kWh/m <sup>2</sup> )	45,7	24,7	69,7	40,5	96,7	58,5	132,2	82,3	213,7	140,0
	46,0%		41,9%		39,5%		37,7%		34,5%	
Emisiones de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	27,7	22,0	30,5	22,9	33,4	24,2	43,5	31,4	55,4	39,7
	20,6%		24,9%		27,5%		27,8%		28,3%	

### Situación 4: Rehabilitación de la cubierta y fachada (parte opaca + huecos)

Consumos o emisiones \ zona climática	Edificio de referencia \ Edificio rehabilitado									
	% Ahorro									
	A3 (Cádiz Málaga)		B3 (Valencia)		C2 (Barcelona)		D3 (Madrid)		E1 (Burgos)	
Consumo energía primaria(kWh/ m <sup>2</sup> )	128,9	88,7	144,7	97,5	161,4	103,4	207,8	130,2	270,2	164,9
	31,2%		32,6%		35,9%		37,3%		39,0%	
Demanda calefacción (kWh/ m <sup>2</sup> )	45,7	14,8	69,7	34,0	96,7	48,3	132,2	67,9	213,7	115,9
	67,6%		51,2%		50,1%		48,6%		45,8%	
Emisiones de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	27,7	18,9	30,5	20,6	33,4	21,4	43,5	27,2	55,4	34,3
	31,8%		32,5%		35,9%		37,5%		38,1%	

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

**Situación 2.** Los ahorros alcanzados en la rehabilitación del edificio sustituyendo exclusivamente los huecos oscilan entre un 5,4 y un 8% del consumo total de energía del edificio dependiendo de la zona climática donde se ubique.

Es importante tener en cuenta que este edificio tiene un porcentaje de huecos en fachada relativamente bajo y aún así los ahorros de energía son considerables. En situaciones donde exista mayor participación de huecos los ahorros alcanzados serán superiores.

**Situación 3.** Los ahorros alcanzados en la rehabilitación del edificio incorporando aislamiento térmico en la cubierta del edificio y en la parte opaca de la fachada oscilan entre un 21 y un 28% del consumo total de energía del edificio dependiendo de la zona climática donde se ubique.

Si atendemos a los ahorros de demanda de calefacción los ahorros de energía obtenidos del edificio varían entre un 34 a un 46% en función de la zona climática. Así mismo los ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub> de dicho edificio una vez rehabilitado son del 20 al 28%. Es importante tener en cuenta que en la rehabilitación de este edificio no se han modificado los huecos ni los suelos y aún así los ahorros de energía son considerables.

El nivel de aislamiento propuesto en este ejemplo de rehabilitación térmica es el mismo para todas las zonas climáticas, siendo este nivel de aislamiento de la parte opaca próximo al que exige el Código Técnico de la Edificación (CTE DB-HE1) para la zona climática E. Por tanto, los resultados obtenidos en las zonas climáticas C, D y E pueden ser susceptibles de mejora y se conseguirían mayores ahorros de energía, además los huecos del edificio al no haberse rehabilitado suponen los puntos más débiles de transmisión de calor y cuanto más fría es la zona climática más importancia tienen. En consecuencia otra situación a analizar en un futuro sería fijar un incremento fijo del nivel de aislamiento conforme al exigido en el CTE, por ejemplo un aumento de aislamiento para cada zona climática del 30% respecto al exigido CTE. En dicho caso los ahorros de energía con este aislamiento serían superiores para estas zonas climáticas

**Situación 3.** En esta situación final se ha rehabilitado la envolvente del edificio que está en contacto con el exterior. Los ahorros alcanzados en esta rehabilitación oscilan entre un 31 y un 39% del consumo total de energía del edificio dependiendo de la zona climática donde se ubique dicho edificio.

Por lo general en zonas más frías los porcentajes de ahorro de energía son superiores ya que las demandas son mayores.

Si atendemos a los ahorros de demanda de calefacción los ahorros de energía obtenidos del edificio

varían entre un 45 a un 67% en función de la zona climática, obteniendo un porcentaje de ahorro mayor en las zonas más cálidas que en las frías. Este efecto es debido a que el coeficiente de reparto de las demandas de calefacción son cada vez mayores cuanto más fría es la zona, por tanto los ahorros netos de la demanda de calefacción mayores aunque no sus porcentajes. Así mismo los ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub> de dicho edificio una vez rehabilitado son del 31 al 38%.

En los datos presentados no se han tenido en cuenta los valores de refrigeración al tener una pequeña repercusión y al estar reflejados indirectamente dentro de los consumos de energía primaria. Además el edificio de este ejemplo no posee equipo de aire acondicionado de patida; si lo hubiera tenido, los ahorros serían aún mayores.

Otros valores no incluidos en este estudio son los valores de energía final aunque presentan un comportamiento directamente proporcional a los consumos de energía primaria y emisiones de CO<sub>2</sub>. Si fuera el caso, para simulaciones realizadas para las Islas Canarias, Ceuta, Melilla e Islas Baleares los valores de emisiones de CO<sub>2</sub> serían distintos al poseer una situación particular del mix de producción de energía eléctrica en caso que los equipos utilicen dicha fuente de energía.

## CONCLUSIONES

La incorporación de aislamiento térmico en la rehabilitación de edificios supone la medida más eficaz para limitar la demanda del edificio. Consiguiendo ahorros de energía próximos al 40%.

El parque edificatorio existente del país tiene más de 23 millones de viviendas que están consumiendo energía innecesariamente, ya que son susceptibles de rehabilitación térmica.

Existen multitud de soluciones técnicas para proponer una rehabilitación térmica de un edificio, además el IDAE ha publicado recientemente unas guías técnicas donde se proponen soluciones de rehabilitación. La rehabilitación térmica incorporando aislamiento térmico contribuye a:

- Reducir la factura energética del usuario/propietario y del país.
- Mejorar el confort y bienestar para el usuario
- Disminuir las emisiones de gases contaminantes
- Eliminar condensaciones y mejorar el aislamiento acústico
- Añadir valor al edificio, ya que una rehabilitación térmica perdura con el tiempo, teniendo una vida útil muy duradera (más de 40 años). Pudiendo considerarse un argumento positivo en caso de alquiler o venta. ■