

# INFORME GTR 2012

## ACTUACIONES PARA REHABILITACIONES ENERGÉTICAS

1. *Uso y gestión (discutido en el texto general)*
2. *Reducción de demanda por la piel del edificio*
3. *Ventilación e intercambiador de calor*
4. *Mejora de la eficiencia de las instalaciones térmicas*

Con las actuaciones que se listan en este documento se pretende posteriormente definir unos ‘menús de intervención’ que abarquen las actuaciones precisas para reducir en un 80% el consumo energético de las viviendas de los diferentes ‘hotspots’, substituyendo los datos usados en el primer informe GTR que fueron adquiridos del informe de WWF sobre mejora energética de la edificación existente en España.

Los ‘menús de intervención’ tienen la intención de proveer paquetes de acciones de remodelación energética capaces de aplicarse sobre diferentes partes del parque residencial existente. Su utilidad es mostrar diferentes formas de acceder a disminuciones del 80% de las emisiones de GEI debidas a la climatización de los edificios de viviendas. Su interés es mostrar el ‘mercado’ potencial de los diferentes menús al expresarse sobre el parque de viviendas y, con ello, permitir la definición de estrategias para implantarlos.

Los menús están compuestos por acciones ordenadas sobre el eje lógico de decisiones que permite intervenir sobre los factores que determinan el consumo energético en el orden adecuado. Cada menú se configura mediante un encadenado de actuaciones que siguen ese eje lógico articulando una opción global de intervención en función de las oportunidades y restricciones que presenta la edificación de cada ‘hotspot’. El objetivo es disponer de un reducido conjunto de ‘menús’ aplicables a los diferentes ‘hotspots’.

Los ‘menús de intervención’ suponen una aportación ‘fuerte’ en el campo de la rehabilitación puesto que proponen soluciones tipo para ser aplicados en los diferentes ‘hotspots’ y, por tanto, deben permitir establecer tamaños de mercado para las diferentes soluciones y, con ello, capacidad de innovación y desarrollo tecnológico y la consiguiente reducción de costes; ámbitos de competencia entre los diferentes materiales y tecnologías implicados; alianzas estratégicas entre los diferentes fabricantes de productos, instaladores, empresas constructoras, etc., que ofrezcan al mercado los diferentes ‘menús’; así como –y ligado a esas alianzas– ‘menús’ de financiación que consideren los ahorros energéticos y de emisiones y las figuras contractuales para asegurarlos. Todo ello determinará el tamaño óptimo de las intervenciones y coadyuvará a la conformación de un mercado solvente.

Aún así, los ‘menús de intervención’ no suponen soluciones únicas. Abren el ámbito para definir nuevos ‘menús’ por parte del mercado contestando las propuestas GTR que –si están bien definidas y son creíbles– supondrán la referencia sobre la que expresar nuevas opciones, ajustarse a las condiciones locales (tipológicas, climáticas y constructivas), y mejorar mediante la competencia el mercado. De este modo, la propuesta GTR establecería la línea base que asegura la viabilidad de la rehabilitación, sobre la que caben mejoras y aportaciones que dinamicen el nuevo sector.

Los factores que determinan el consumo energético deben ordenarse en función de la influencia de cada factor sobre los demás, de manera que se relacionan en función de su independencia respecto a los posteriores y, por lo tanto, de la necesidad de actuar –si es posible hacerlo en cada factor en concreto– en el orden en el que se presentan en el documento.

Cada actuación dispone de una serie de informaciones que deben permitir organizarlas en menús de intervención en función del segmento del parque al que van dirigidas, así como para determinar el ahorro de energía y emisiones que generan y permitir el cálculo de los costes que supone:

- **barreras:** límites que determinan la aplicabilidad de la actuación, sean físicos, sociales o económicos. Esos límites suponen la definición de nuevos criterios de segmentación del parque, por lo que su enunciado resulta determinante para su aplicación y, en consecuencia, debe responderse también a las siguientes cuestiones:
  - **coste:** coste global (cuando sea posible), coste unitario por m2 de vivienda (cuando sea posible), coste unitario por unidad de medición (m2 de fachada, de cubierta, unidad, etc.)
  - **ahorro de energía y/o ahorro de emisiones:** ahorro global (cuando sea posible), reducción porcentual sobre la referencia (cuando sea posible)
  - **energía y emisiones usadas en la fabricación de los materiales que componen las actuaciones:** en las mismas unidades que el coste.

Los menús, de hecho suponen la definición de una nueva segmentación del parque de viviendas existente: sobre la segmentación ya realizada en GTR2011, las exigencias que componen las barreras en la aplicación de cada acción que forma parte de un menú de intervención suponen –a menudo– una nueva partición de los segmentos ya conocidos y, como consecuencia, permiten definir el mercado potencial de ese ‘menú de intervención’. Un primer resultado del trabajo será la organización de las demandas de las barreras como nuevos criterios de segmentación y la necesidad de las informaciones precisas para aplicarlos sobre el parque residencial.

De esa forma, y cuando fuese posible establecer esas particiones mediante la disponibilidad de la información adecuada, se generaría una nueva segmentación del parque de viviendas que evidenciase dónde resultaría aplicable cada menú de intervenciones y en el que podría programarse su aplicación a medida que los ahorros de energía permitiesen amortizar los costes de intervención.

Naturalmente, existirían cruces entre los diversos menús en diferentes partes del parque, y la evolución –técnica, de rendimiento, de coste– desde las aplicaciones iría transformando progresivamente la segmentación que, de esta forma, resultaría dinámica. Ello posibilitaría la creación de un mercado competitivo donde los fabricantes, instaladores, etc., podrían desarrollar estrategias comerciales y productivas.

A los efectos del estudio, el trabajo debe permitir simplemente mejorar la sensibilidad del menú de mejoras considerado en él –la estrategia E6 del informe de WWF– afinando costes y ahorros de emisiones e incluyendo emisiones debidas a la fabricación de los materiales. A tal efecto, y a falta de la información necesaria para realizar una nueva segmentación basada en la aplicación de las barreras de las acciones, se realizará una aplicación de los menús de intervención que resulte conservadora respecto a las posibilidades reales de ahorro (usando la expresión ‘como mínimo se ahorra...’).

## 2. REDUCCIÓN DE LA DEMANDA POR ACTUACIONES SOBRE LA PIEL DEL EDIFICIO

Tras un uso y una gestión eficientes, el siguiente factor que determina el consumo energético es la demanda del edificio, eso es las necesidades de energía –calor o frío– que se precisa para obtener el confort. La demanda depende del clima, de la orientación, de la relación entre la cantidad de superficie y el volumen del edificio – todos ellos factores dados– y de los cerramientos del edificio, sobre cuya cualidad es sobre la que se puede intervenir.

Se distinguen los siguientes tres ámbitos de acción, cerramientos verticales, abertura y cubiertas.

### 2.1. CERRAMIENTOS VERTICALES

Cerramientos verticales, donde se propone el aumento del aislamiento térmico hasta la máxima eficiencia posible (cuando el

aumento del aislamiento ya no produce mejora sensible en las pérdidas globales) desde dos opciones de partida:

2.1.1. Aislamiento por el interior, manteniendo el aspecto exterior de la fachada:

2.1.1.1. mediante relleno de cámara;

2.1.1.2. mediante adosado interior y capa de acabado interior.

2.1.2. Aislamiento por el exterior:

2.1.2.1. mediante adosado exterior y capa de impermeabilización y acabado exterior;

2.1.2.2. mediante la constitución de una fachada ventilada sobre adosado exterior:

2.1.2.2.1. para fachada;

2.1.2.2.2. para medianería.

2.1.3. Mediante la formación de una galería que recubra total o parcialmente la fachada con (o sin) adosado aislante.

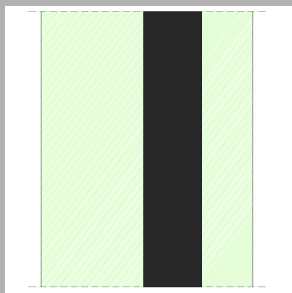
#### Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



### Cerramientos verticales

2.1.1.1. Aislamiento por el interior: mediante relleno de cámara

#### DESCRIPCIÓN TÉCNICA



Aislamiento en paramentos verticales en relleno de cámara de aire con lana de roca, con una densidad media de 35 kg/m<sup>3</sup>, aplicada a máquina.

Referencia:  
(12) *Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas*. Comunidad de Madrid, 2008

Anexo I:  
Ficha técnica (A1)

#### COSTE ECONÓMICO

Coste unitario por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 7,46 €/m<sup>2</sup>  
*Se consideran adicionales como repaso de revestimientos afectados*

#### COSTE ENERGÉTICO

Coste energético por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 104,25 MJ/m<sup>2</sup>

#### COSTE DE EMISIONES

Emisiones CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 3,15 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

#### AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES

Ahorro: 66,40%  
 $U_{original} = 1,25 W / m^2 K$   
 $U_{rehabilitación} = 0,42 W / m^2 K$

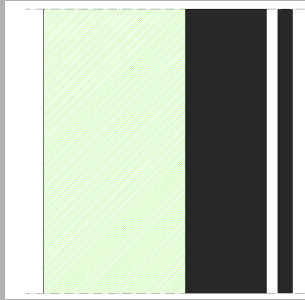
BARRERAS	<p>- BARRERAS FÍSICAS: Afectan parcialmente los revestimientos interiores de los muros afectados.</p> <p>- OTRAS: No se corrigen puentes térmicos.</p>
APLICACIÓN	<p>Aplicable en edificios de valor histórico y muros con cámara.</p> <p>Se considera un grueso de aislamiento del 70% de la dimensión de la cámara por las irregularidades que presenta.</p> <p>Definición HOTSPOT: A / B / C / D / E / F / G / H / I / J</p>

Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos verticales

### 2.1.1.2. Aislamiento por el interior: mediante adosado interior y capa de acabado interior

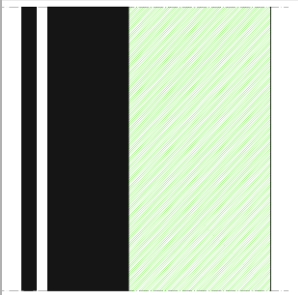
DESCRIPCIÓN TÉCNICA		<p>Aislamiento con placas de lana de roca de 60mm.</p> <p>Placa de cartón yeso de 2 cm de espesor. Pintado de paramento interior.</p>	<p>Referencia: (12) <i>Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas</i>. Comunidad de Madrid, 2008</p> <p>Anexo I: Ficha técnica (A2)</p>
COSTE ECONÓMICO	<p>Coste unitario por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 22,45 €/m<sup>2</sup></p> <p><i>Pérdida de 0,1m<sup>2</sup> de vivienda por 3 m<sup>2</sup> de cerramiento: 0,033 m<sup>2</sup> de superficie útil por m<sup>2</sup> de cerramiento. A 2000€/m<sup>2</sup>, pérdida de valor de 66€/m<sup>2</sup> aislado.</i></p>		
COSTE ENERGÉTICO	<p>Coste energético por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 145,70 MJ/m<sup>2</sup></p>		
COSTE DE EMISIONES	<p>Emisiones CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 11,61 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup></p>		
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> A / B: 76,80%</p> <p><math>U_{original} = 1,88 W / m^2 K</math></p> <p><math>U_{rehabilitación} = 0,44 W / m^2 K</math></p>	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> C / D / E / F: 68,80%</p> <p><math>U_{original} = 1,25 W / m^2 K</math></p> <p><math>U_{rehabilitación} = 0,39 W / m^2 K</math></p>	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> G / H / I / J: 45,70%</p> <p><math>U_{original} = 0,47 W / m^2 K</math></p> <p><math>U_{rehabilitación} = 0,25 W / m^2 K</math></p>
BARRERAS	<p>- BARRERAS FÍSICAS: No aplicable a edificios con interiores con valor histórico.</p> <p>- OTRAS: Reducción la superficie útil de vivienda. Afectan revestimientos interiores de los muros aislados. Sólo se corrigen puentes térmicos procedentes de giros del muro exterior.</p>		
APLICACIÓN	<p>La reducción de superficie útil de vivienda se incluye en el valor del coste de amortización.</p> <p>Definición HOTSPOT: A / B / C / D / E / F / G / H / I / J</p>		

Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos verticales

2.1.2.1. Aislamiento por el exterior: mediante adosado exterior y capa de impermeabilización y capa exterior.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA		<p>Aislamiento exterior con plancha de poliestireno expandido de 60mm de espesor. Revestimiento continuo amorfo aplicado sobre el aislamiento con malla de refuerzo y fijaciones mecánicas.</p>	<p>Referencia: (14) <i>Bloques de viviendas San Cristobal de los Angeles.</i> Margarita de Luxán y Gloria Gómez</p> <p>Anexo I: Fichas técnicas (A5)</p>
COSTE ECONÓMICO	<p>Coste unitario por m<sup>2</sup> de cerramiento macizo tratado: 66,24 €/m<sup>2</sup> <i>Incluye andamiaje</i></p>		
COSTE ENERGÉTICO	<p>Coste energético por m<sup>2</sup> de cerramiento macizo tratado: 759,11 MJ/m<sup>2</sup></p>		
COSTE DE EMISIONES	<p>Emisiones CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 114,79 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup></p>		
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> A / B: 74,30% <math>U_{original} = 1,88 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 0,48 W / m^2 K</math></p>	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> C /D / E /F: 75,90% <math>U_{original} = 1,25 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 0,43 W / m^2 K</math></p>	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> G / H / I /J: 41,90% <math>U_{original} = 0,47 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 0,27 W / m^2 K</math></p>
BARRERAS	<p>- BARRERAS FÍSICAS: No aplicable en edificios con fachadas con valor histórico.</p> <p>- OTRAS: Se aumenta hacia el exterior el espacio público del grosor del muro. El andamiaje supone un coste adicional. Estudiar la exposición a fuertes vientos. Limitación técnica al grosor del aislante, entre 30-80 mm de espesor, por problemas de estabilidad del acabado final.</p>		
APLICACIÓN	<p>Mejora la resistencia térmica por m<sup>2</sup> de cerramiento macizo. Se corrigen todos los puentes térmicos. Definición HOTSPOT: <b>A / B / C /D / E / F / G / H / I / J</b></p>		

Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos verticales

2.1.2.2.1. Aislamiento por el exterior: mediante la constitución de una fachada ventilada sobre adosado exterior para fachada

DESCRIPCIÓN TÉCNICA		<p>Aislamiento con placa rígida de lana de roca de 60 mm de espesor. Cámara ventilada y revestimiento exterior con panel laminado decorativo sobre perfilera de aluminio.</p>	<p>Referencia: (15) <i>Tecnologías verdes como instrumentos de rehabilitación arquitectónica.</i> M.Chanampa, P. Vidal, J.Alonso, M.I. Touceda, F.Olivieri, R. Guerra, J.Neila, C.Bedoya.</p>
COSTE ECONÓMICO	<p>Coste unitario por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 151,12 €/m<sup>2</sup> <i>Incluye andamiaje</i></p>		
COSTE ENERGÉTICO	<p>Coste energético por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 501,00 MJ/m<sup>2</sup></p>		
COSTE DE EMISIONES	<p>Emisiones CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 35,94 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup></p>		
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> A / B: 79,70% <math>U_{original} = 1,88 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 0,38 W / m^2 K</math></p>	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> C /D / E /F: 82,10% <math>U_{original} = 1,25 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 0,22 W / m^2 K</math></p>	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> G / H / I /J: 49,90% <math>U_{original} = 0,47 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 0,24 W / m^2 K</math></p>
BARRERAS	<p>- BARRERAS FÍSICAS: No aplicable en edificios con fachadas con valor histórico. - OTRAS: Se aumenta hacia el exterior el espacio público del grosor del muro. El andamiaje supone un coste adicional.</p>		
APLICACIÓN	<p>Mejora la resistencia térmica por m<sup>2</sup> de cerramiento macizo. Se corrigen todos los puentes térmicos. Definición HOTSPOT: <b>A / B / C /D / E / F / G / H / I / J</b></p>		

Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos verticales

2.1.2.2.2. Aislamiento por el exterior: mediante la constitución de una fachada ventilada sobre adosado exterior para medianera.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA		<p>Planchas de fibrocemento de 6mm de espesor con fijaciones mecánicas sobre guías verticales. Placa rígida de lana de roca de 60 mm de espesor.</p>	<p>Anexo I: Fichas técnicas (A5)</p>
COSTE ECONÓMICO	<p>Coste unitario por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 55,60 €/m<sup>2</sup> <i>Incluye andamiaje</i></p>		
COSTE ENERGÉTICO	<p>Coste energético por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 414,94 MJ/m<sup>2</sup></p>		
COSTE DE EMISIONES	<p>Emisiones CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de cerramiento opaco: 44,62 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup></p>		
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> A / B: 79,60% <math>U_{original} = 1,88 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 0,38 W / m^2 K</math></p>	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> C /D / E /F: 82,10% <math>U_{original} = 1,25 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 0,22 W / m^2 K</math></p>	<p>Ahorro <i>Hotspot</i> G / H / I /J: 49,70% <math>U_{original} = 0,47 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 0,24 W / m^2 K</math></p>
BARRERAS	<p>- BARRERAS FÍSICAS: No aplicable en edificios con fachadas con valor histórico. - OTRAS: Se aumenta hacia el exterior el grosor del muro, por lo que debe ser compatible con las normativas locales. El andamiaje supone un coste adicional.</p>		
APLICACIÓN	<p>Cubre el 100% de la parte maciza del cerramiento. Se corrigen todos los puentes térmicos. Definición HOTSPOT: <b>A / B / C /D / E / F / G / H / I / J</b></p>		

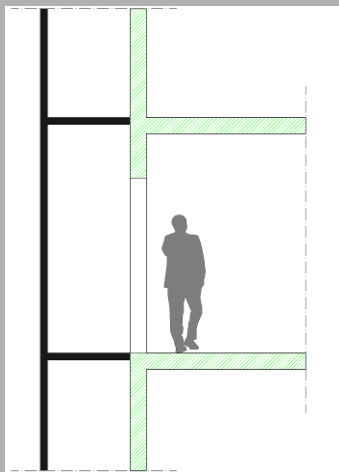
Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos verticales

2.1.3. Aislamiento por el exterior: mediante la formación de una galería que recubre total o parcialmente la fachada.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA



Galería formada por estructura metálica de perfiles de acero laminado en caliente anclada a la fachada, balconera de aluminio lacado corredera y parte fija, con vidrio luna de 6mm de espesor, con forjado de panel sándwich de tablero de madera con aislamiento y pavimento flotante de lamas.

Referencia:  
(14) *Bloques de viviendas San Cristobal de los Angeles.*  
Margarita de Luxán y Gloria Gómez

Anexo I:  
Fichas técnicas (A6)

COSTE ECONÓMICO

Coste unitario por m<sup>2</sup> de cerramiento vidrio + estructura metálica: 237,44 €/m<sup>2</sup>  
*Se aumenta 0,45 m2 de superficie útil por m2 de superficie de fachada de galería, con un valor - considerando un precio de venta de 1000 €/m2- de 450 € que sufragaría la partida*

COSTE ENERGÉTICO

Coste energético por m<sup>2</sup> de cerramiento vidrio + estructura metálica: 5.520,04 MJ/m<sup>2</sup>

COSTE DE EMISIONES

Emisiones CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de de cerramiento vidrio + estructura metálica: 547,33 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES

12% de la demanda de calefacción.

BARRERAS

- BARRERAS FÍSICAS:  
No aplicable en edificios con fachadas con valor histórico.  
- OTRAS:  
Ocupa espacio público al adelantar notablemente la línea de fachada -anterior y/o posterior- del edificio. Requiere estudio de asoleo previo.

APLICACIÓN

Aumenta la superficie construida de la vivienda aunque sea un espacio no calefactado (no se utilizará como espacio interior durante una parte del año).  
Definición HOTSPOT: **A / B / C / D / E / F / G / H / I / J**



## 2. REDUCCIÓN DE LA DEMANDA POR ACTUACIONES SOBRE LA PIEL DEL EDIFICIO

### 2.2. ABERTURAS

Siguiendo en reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel, en las aberturas se distinguen:

Ventanas, donde se propone la mejora del aislamiento térmico y de la estanquidad a las infiltraciones, así como la protección solar,

de los huecos. Se proponen tres actuaciones alternativas y una cuarta complementaria.

2.2.1. Substitución de ventana del hueco por carpintería con vidrio doble con rotura de puente térmico. Se incluyen burletes.

2.2.2. Adición al hueco de ventana existente, de ventana con vidrio doble con rotura de puente térmico. Se incluyen burletes.

2.2.3. Formación de una galería que recubra total o parcialmente la fachada (equivale a 2.1.2.c).

2.2.4. Adición de sistema de protección solar practicable (adicional y complementaria a las tres actuaciones anteriores).

#### Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



### Cerramientos verticales

2.2.1. Sustitución de ventana del hueco por carpintería con vidrio doble con rotura de puente térmico.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA		<p>Ventana practicable de aluminio con rotura de puente térmico, colocada sobre premarco, para un hueco de obra aproximado de 150x120 cm. Vidrio aislante de dos lunas de 6/10/4mm.</p>	<p>Referencia: (12) <i>Un sistema de Garantía de Calidad para la rehabilitación de edificios existentes para la eficiencia energética.</i> SQUARE / SP Technical Research Institute of Sweden</p> <p>Anexo I: Fichas técnicas (A7)</p>
COSTE ECONÓMICO	<p>Coste unitario por m<sup>2</sup> de ventana (1,8m<sup>2</sup> por unidad): 219,55 €/m<sup>2</sup> <i>Incluye demolición existente, gestión de residuos y repaso de revestimientos afectados.</i></p>		
COSTE ENERGÉTICO	<p>Coste energético por m<sup>2</sup> de ventana (1,8m<sup>2</sup> por unidad): 3.402,11 MJ/m<sup>2</sup></p>		
COSTE DE EMISIONES	<p>Emisiones CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de ventana (1,8m<sup>2</sup> por unidad): 500,41 Kg/m<sup>2</sup></p>		
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	<p>Ahorro: 36,90% <math>U_{original} = 5,70 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 3,60 W / m^2 K</math></p>		

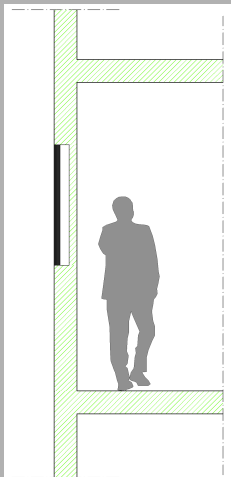
BARRERAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BARRERAS FÍSICAS: No aplicable en edificios con fachadas con valor histórico.</li> <li>- BARRERAS SOCIALES: Aceptación social.</li> <li>- OTRAS: Requiere rehacer parcialmente revestimientos.</li> </ul>
APLICACIÓN	Definición HOTSPOT: <b>A / B / C / D / E / F / G / H / I / J</b>

Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos verticales

2.2.2. Adición al hueco de ventana existente, ventana con doble vidrio con rotura de puente térmico.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA		<p>Ventana practicable de aluminio con rotura de puente térmico, colocada sobre premarco, para un hueco de obra aproximado de 150x120 cm. Vidrio aislante de dos lunas de 6/10/4mm.</p>	<p>Referencia: (12) <i>Un sistema de Garantía de Calidad para la rehabilitación de edificios existentes para la eficiencia energética.</i> SQUARE / SP Technical Research Institute of Sweden</p> <p>Anexo I: Fichas técnicas (A8)</p>
COSTE ECONÓMICO	Coste unitario por m <sup>2</sup> de ventana (1,8m <sup>2</sup> por unidad): 199,55 €/m <sup>2</sup>		
COSTE ENERGÉTICO	Coste energético por m <sup>2</sup> ventana (1,8m <sup>2</sup> por unidad): 3.402,11 MJ/m <sup>2</sup>		
COSTE DE EMISIONES	Emisiones CO <sub>2</sub> por m <sup>2</sup> de ventana (1,8m <sup>2</sup> por unidad): 500,41 Kg/m <sup>2</sup>		
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	<p>Ahorro: 70,20%</p> $U_{original} = 5,70 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ $U_{rehabilitación} = 1,70 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$		
BARRERAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BARRERAS FÍSICAS: No aplicable en edificios con fachadas con valor histórico.</li> <li>- BARRERAS SOCIALES: Aceptación social.</li> </ul>		
APLICACIÓN	<p>Requiere una distancia no inferior a 10 cm entre carpinterías. Molestias a los vecinos mínimas, puesto que no se tocan revestimientos y puede ser una operación muy rápida.</p> <p>Definición HOTSPOT: <b>A / B / C / D / E / F / G / H / I / J</b></p>		

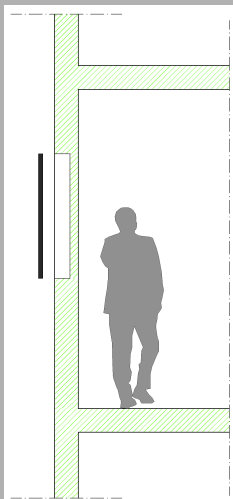
Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos verticales

2.2.4. Adición de sistema de protección solar practicable considerando las cuatro orientaciones que cubren las siguientes exposiciones: ne-se;e-s;se-sw;s-w;sw-nw.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA



Persiana practicable de madera, con librillo móvil de lamas, con dos hojas batientes de dos hojas plegables cada una. Incluido barnizado.

Referencia:  
(12) *Un sistema de Garantía de Calidad para la rehabilitación de edificios existentes para la eficiencia energética.* SQUARE / SP Technical Research Institute of Sweden

Anexo I:  
Fichas técnicas (A9)

**COSTE ECONÓMICO** Coste unitario por m<sup>2</sup> de ventana: 115,69 €/m<sup>2</sup>

**COSTE ENERGÉTICO** Coste energético por m<sup>2</sup> ventana: 87,35 MJ/m<sup>2</sup>

**COSTE DE EMISIONES** Emisiones CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de ventana: 8,45 Kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

**AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES** Reducción demanda en verano.

**BARRERAS**

- BARRERAS FÍSICAS:  
No aplicable en edificios con fachadas con valor histórico.
- OTRAS:  
Requiere estudio de asoleo previo.

**APLICACIÓN**

Molestias a los vecinos mínimas, puesto que no se tocan revestimientos y puede ser una operación muy rápida.  
Definición HOTSPOT: **A / B / C / D / E / F / G / H / I / J**

## 2. REDUCCIÓN DE LA DEMANDA POR ACTUACIONES SOBRE LA PIEL DEL EDIFICIO

### 2.3. CUBIERTAS

Podemos dividir en dos tipos de propuestas para las cubiertas:

Cubiertas, donde se propone el aumento del aislamiento térmico hasta la máxima eficiencia posible (cuando el aumento del

aislamiento ya no produce mejora sensible en las pérdidas globales) desde dos opciones de partida:

2.3.1. En cubiertas inclinadas,

- 2.3.1.1. sin cámara ventilada, mediante la sustitución de la impermeabilización, adosado de aislamiento térmico y nueva capa de impermeabilización,
- 2.3.1.2. con cámara ventilada y si es posible, mediante adición de 10 cms. de aislamiento térmico.

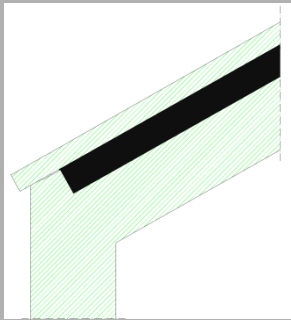
2.3.2. En cubiertas planas, mediante la adición de una capa aislante y protección superior transitable.

#### Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



### Cerramientos horizontales

2.3.1.1. Cubiertas inclinadas: sin cámara ventilada.

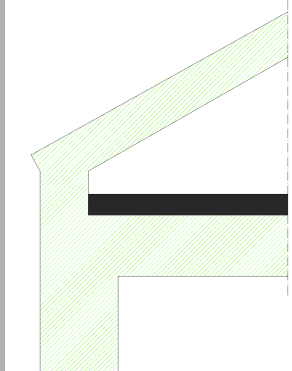
DESCRIPCIÓN TÉCNICA		<p>Aislamiento con planchas de poliestireno expandido de 120mm de espesor. Membrana impermeabilizante. Teja árabe mecánica colocada con mortero mixto 1:2:10</p>	<p>Referencia: (12) <i>Un sistema de Garantía de Calidad para la rehabilitación de edificios existentes para la eficiencia energética.</i> SQUARE / SP Technical Research Institute of Sweden</p> <p>Anexo I: Fichas técnicas (A10)</p>
COSTE ECONÓMICO	<p>Coste unitario por m<sup>2</sup> de cubierta: 79,80 €/m<sup>2</sup> <i>Incluye desmontaje de cubierta</i></p>		
COSTE ENERGÉTICO	<p>Coste energético por m<sup>2</sup> de cubierta: 619,49 MJ/m<sup>2</sup></p>		
COSTE DE EMISIONES	<p>Emisiones CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de cubierta: 82,73 Kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup></p>		
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	<p>Ahorro: 85,00% <math>U_{original} = 1,83 W / m^2 K</math> <math>U_{rehabilitación} = 0,28 W / m^2 K</math></p>		
BARRERAS	<p>- BARRERAS FÍSICAS: - OTRAS: El desmontaje de cubierta supone un coste adicional.</p>		
APLICACIÓN	<p>Aplicable en cubiertas inclinadas y cámara ventilada. Definición HOTSPOT: <b>A / B / C / D / E / F / G / H / I / J</b></p>		

Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos horizontales

### 2.3.1.2. Cubiertas inclinadas: cámara ventilada.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA		<p>Aislamiento con fieltro de lana de vidrio para aislamiento de 120 mm de espesor.</p>	<p>Referencia: (12) <i>Un sistema de Garantía de Calidad para la rehabilitación de edificios existentes para la eficiencia energética.</i> SQUARE / SP Technical Research Institute of Sweden</p> <p>Anexo I: Fichas técnicas (A11)</p>
COSTE ECONÓMICO	Coste unitario por m <sup>2</sup> de cubierta: 7 €/m <sup>2</sup>		
COSTE ENERGÉTICO	Coste energético por m <sup>2</sup> de cubierta: 101,26 MJ/m <sup>2</sup>		
COSTE DE EMISIONES	Emisiones CO <sub>2</sub> por m <sup>2</sup> de cubierta: 3,19 Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>		
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	<p>Ahorro: 81,90%</p> <p><math>U_{original} = 1,17 W / m^2 K</math></p> <p><math>U_{rehabilitación} = 0,21 W / m^2 K</math></p>		
BARRERAS	<p>- BARRERAS FÍSICAS: Requiere accesibilidad a la cámara.</p>		
APLICACIÓN	<p>Molestias a los vecinos mínimas, puede ser una operación muy rápida y económica. Aplicable en cubiertas inclinadas y con cámara ventilada.</p> <p>Definición HOTSPOT: <b>A / B / C / D / E / F / G / H / I / J</b></p>		

Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos horizontales

### 2.3.2. Cubiertas planas.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA		<p>Piezas prefabricadas de hormigón aligerado con base de poliestireno expandido de 60mm espesor. Colocada sobre placa inferior de poliestireno extruido de 60mm de grosor.</p>	<p>Referencia: (12) <i>Un sistema de Garantía de Calidad para la rehabilitación de edificios existentes para la eficiencia energética.</i> SQUARE / SP Technical Research Institute of Sweden</p> <p>Anexo I: Fichas técnicas (A12)</p>
COSTE ECONÓMICO	Coste unitario por m <sup>2</sup> de cubierta: 46,32 €/m <sup>2</sup>		
COSTE ENERGÉTICO	Coste energético por m <sup>2</sup> de cubierta: 535,38 MJ/m <sup>2</sup>		
COSTE DE EMISIONES	Emisiones CO <sub>2</sub> por m <sup>2</sup> de cubierta: 67,22 Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>		
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	<p>Ahorro: 84,70%</p> $U_{original} = 1,61 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ $U_{rehabilitación} = 0,25 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$		
BARRERAS	<p>- BARRERAS FÍSICAS: Limitación técnica al grueso del aislante, entre 30-60mm de espesor. Sobrecargas.</p>		
APLICACIÓN	<p>Aplicable en cubiertas planas. Definición HOTSPOT: <b>A / B / C / D / E / F / G / H / I / J</b></p>		

## 2. REDUCCIÓN DE LA DEMANDA POR ACTUACIONES SOBRE LA PIEL DEL EDIFICIO

Soleras, donde se propone el aumento del aislamiento térmico hasta la máxima eficiencia posible desde dos opciones de partida:

- 2.4.1 Mediante el adosado de aislamiento térmico y nueva capa de acabado.
- 2.4.2 Mediante el adosado de aislamiento térmico y nueva capa de acabado para suelo radiante.
- 2.4.3 Para forjado sanitario.

### 2.4. SOLERAS

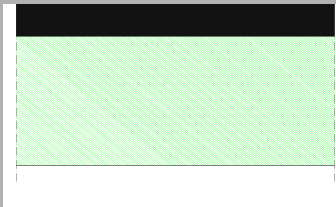
En el último eslabón, podemos dividir en dos tipos de soleras:

#### Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



### Cerramientos horizontales

2.4.1. Incremento de aislamiento en solera.


DESCRIPCIÓN TÉCNICA	 <p>Parquet flotante. Entarimado de tableros aglomerados de madera sobre planchas de poliestireno expandido de 60 mm de espesor.</p> <p>Anexo I: Fichas técnicas (A13)</p>
COSTE ECONÓMICO	Coste unitario por m <sup>2</sup> de solera: 65,98 €/m <sup>2</sup> <i>No incluye el desmontaje del pavimento existente.</i>
COSTE ENERGÉTICO	Coste energético por m <sup>2</sup> de solera: 789,74 MJ/m <sup>2</sup>
COSTE DE EMISIONES	Emisiones CO <sub>2</sub> por m <sup>2</sup> de solera: 67,44 Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	Ahorro: 83,90% $U_{original} = 2,53 W / m^2 K$ $U_{rehabilitación} = 0,41 W / m^2 K$
BARRERAS	- BARRERAS TÉCNICAS: Altura de techo disponible que permita perder 8 cms.
APLICACIÓN	Mejora la resistencia térmica por m <sup>2</sup> de solera. Mínima reducción de la superficie útil de las viviendas. Definición HOTSPOT: <b>A</b> / B / <b>C</b> / D / E / F / G / H / I / J

Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos horizontales

### 2.4.2. Incremento de aislamiento en solera para suelo radiante.

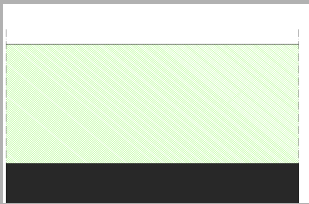
DESCRIPCIÓN TÉCNICA	 <p>Pavimento de baldosa de gres extruido esmaltado, colocado adhesivo. Aislamiento de poliestireno expandido moldeado de 50 mm de espesor.</p> <p>Anexo I: Fichas técnicas (A14)</p>
COSTE ECONÓMICO	Coste unitario por m <sup>2</sup> de solera: 48,40 €/m <sup>2</sup> <i>No incluye el desmontaje del pavimento existente.</i>
COSTE ENERGÉTICO	Coste energético por m <sup>2</sup> de solera: 571,76 MJ/m <sup>2</sup>
COSTE DE EMISIONES	Emisiones CO <sub>2</sub> por m <sup>2</sup> de solera: 68,21 Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	Ahorro: 79,80% $U_{original} = 2,53 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ $U_{rehabilitación} = 0,51 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$
BARRERAS	- BARRERAS FÍSICAS: Altura de techo disponible que permita perder 8 cms.
APLICACIÓN	Mejora la resistencia térmica por m <sup>2</sup> de solera. Definición HOTSPOT: <b>A</b> / <b>B</b> / <b>C</b> / <b>D</b> / <b>E</b> / <b>F</b> / <b>G</b> / <b>H</b> / <b>I</b> / <b>J</b>

Reducción de la demanda por actuaciones sobre la piel del edificio



## Cerramientos horizontales

### 2.4.3. Incremento de aislamiento para forjado sanitario.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA	 <p>Aislamiento amorfo de espesor mínimo de 10 cm.</p> <p>Anexo I: Fichas técnicas (A15)</p>
COSTE ECONÓMICO	Coste unitario por m <sup>2</sup> de solera: 9,58 €/m <sup>2</sup>
COSTE ENERGÉTICO	Coste energético por m <sup>2</sup> de solera: 139,05 MJ/m <sup>2</sup>



COSTE DE EMISIONES	Emisiones CO <sub>2</sub> por m <sup>2</sup> de solera: 4,52 Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	Ahorro: 84,40% $U_{original} = 2,53 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$ $U_{rehabilitación} = 0,25 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$
BARRERAS	- BARRERAS FÍSICAS: Requiere accesos puntuales a la solera.
APLICACIÓN	Mejora la resistencia térmica por m <sup>2</sup> de solera. No necesita desmontaje del pavimento existente. Definición HOTSPOT: A / B / <b>C</b> / <b>D</b> / <b>E</b> / <b>F</b> / <b>G</b> / <b>H</b> / <b>I</b> / <b>J</b>

### 3. CONTROL DE LA VENTILACIÓN E INTERCAMBIADOR DE CALOR

Con un uso y gestión adecuados y con unos cerramientos con el máximo aislamiento y estanquidad al aire, la ventilación se

convierte en el factor determinante en la demanda de energía del edificio.

Controlar la ventilación cuando hay un salto térmico sensible entre la temperatura del aire exterior y la temperatura del aire interior mediante un sistema mecánico, y disponer de un intercambiador de calor que permita aprovechar el calor (en invierno) del aire exhausto interior para precalentar el aire del exterior que se toma para renovarlo, es una acción que limita fuertemente el consumo energético.

#### Control de la ventilación e intercambiador de calor



### 3. Recuperador de calor

DESCRIPCIÓN TÉCNICA	 <p>RECUPERADOR DE CALOR URBI 3 /4151045202 Recuperador de calor sin aporte adicional de calefacción. Caudal: 1.900 m<sup>3</sup>/h</p> <p>Instalación de ventilación forzada. Anexo I: Fichas técnicas (A16)</p>
COSTE ECONÓMICO	Coste unitario: 4.049,60 €/ vivienda <i>Incluye los conductos de ventilación.</i>
COSTE ENERGÉTICO	Coste energético por unidad de vivienda: 12.000 MJ/vivienda (aproximación)
COSTE DE EMISIONES	Emisiones CO <sub>2</sub> por unidad de vivienda: 1.000 Kg CO <sub>2</sub> / vivienda (aproximación)
AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES	56,90% <i>Valor a las condiciones de T° aire externo -5°C; H.R. ambiente 50%; T°C ambiente 20°C; H.R. externo 80%. Caudal nominal.</i>
BARRERAS	- BARRERAS FÍSICAS/NORMATIVAS: No adecuado para climas donde la temperatura entre el aire exterior y el aire interior, sea pequeña. La eficiencia depende de las condiciones de temperatura y humedad del aire exterior y del aire del local. A más caudal menos eficiencia.
APLICACIÓN	Ahorro de energía debido a la calefacción del aire renovado. Definición HOTSPOT: <b>A / B / C / D / E / F / G / H / I / J</b>

## 4. MEJORA DE LA EFICIENCIA DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

En función del tipo de combustible, se propone la sustitución de las instalaciones térmicas o de parte de sus elementos para obtener mayor eficiencia ambiental y/o económica.

### Mejora de la eficiencia de las instalaciones térmicas



#### 4.1. Instalación de caldera de alto rendimiento

##### DESCRIPCIÓN TÉCNICA



Caldera de condensación de gas natural con quemador atmosférico de 29 kW de potencia calorífica útil por vivienda.

Anexo I:  
Fichas técnicas (A18)

##### COSTE ECONÓMICO

Coste unitario por vivienda, de caldera colectiva aprox.: 1.103 €  
Coste unitario por vivienda, de caldera individual: 1.793,11 €

##### COSTE ENERGÉTICO

Coste energético por unidad: 4.178,18 MJ/vivienda

##### COSTE DE EMISIONES

Emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad: 393,35 KgCO<sub>2</sub>/vivienda

##### AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES

Ahorros mayores de un 25%

##### BARRERAS

- BARRERAS TÉCNICAS:  
Sobrecoste respecto a una caldera convencional.

##### APLICACIÓN

Definición HOTSPOT: **A / B / C / D / E / F / G / H / I / J**

Mejora de la eficiencia de las instalaciones térmicas



### 4.2. Instalación de radiadores eléctricos con tarifa nocturna

DESCRIPCIÓN TÉCNICA



Instalación de radiadores para calefacción mediante electricidad con tarifa nocturna.

COSTE ECONÓMICO

Coste unitario por vivienda: 5.496 €

COSTE ENERGÉTICO

Coste energético por unidad: 24.000 MJ/vivienda

COSTE DE EMISIONES

Emissiones de CO<sub>2</sub> por unidad: 2.400 KgCO<sub>2</sub>/vivienda

AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES

A determinar por el cambio de mix energético de la electricidad

BARRERAS

APLICACIÓN

Definición HOTSPOT: **A / B / C / D / E / F / G / H / I / J**

Mejora de la eficiencia de las instalaciones térmicas



### 4.3. Instalación de caldera de biomasa

DESCRIPCIÓN TÉCNICA



Caldera de biomasa de 30kW de potencia nominal, funcionamiento con pellets.

Anexo I:  
Fichas técnicas (A20)

COSTE ECONÓMICO

Coste unitario: 11.095 €/vivienda 32 horas de trabajo  
Coste unitario pellet de madera: granel \_ 0,165 €/kg

COSTE ENERGÉTICO

Coste energético por unidad: 4.178,18 MJ/vivienda

COSTE DE EMISIONES

Emissiones de CO<sub>2</sub> por unidad: 393,35 KgCO<sub>2</sub>/vivienda

<p>AHORRO ENERGÍA Y/O EMISIONES</p>	<p>Ahorro de emisiones 92%</p>
<p>BARRERAS</p>	<p>- BARRERAS FÍSICAS: Suministro de combustible: canales de distribución menos desarrollados. Necesidad de mayor cantidad de biomasa para conseguir la misma cantidad de energía que con otras fuentes. Sobrecoste respecto a una caldera convencional.</p>
<p>APLICACIÓN</p>	<p>Ahorramos las emisiones del sistema que se substituye. Definición HOTSPOT: <b>A</b> / B / <b>C</b> / D / E / F / <b>G</b> / H / I / J</p>