

## Jornada online

*sobre mejora de la envolvente, optimización de los sistemas de climatización y aumento de la calidad de aire interior en hoteles*

# LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO: SOLUCIONES DE AISLAMIENTO EN FACHADAS Y CUBIERTAS

ANDIMAT (Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes)

9 de Diciembre de 2020



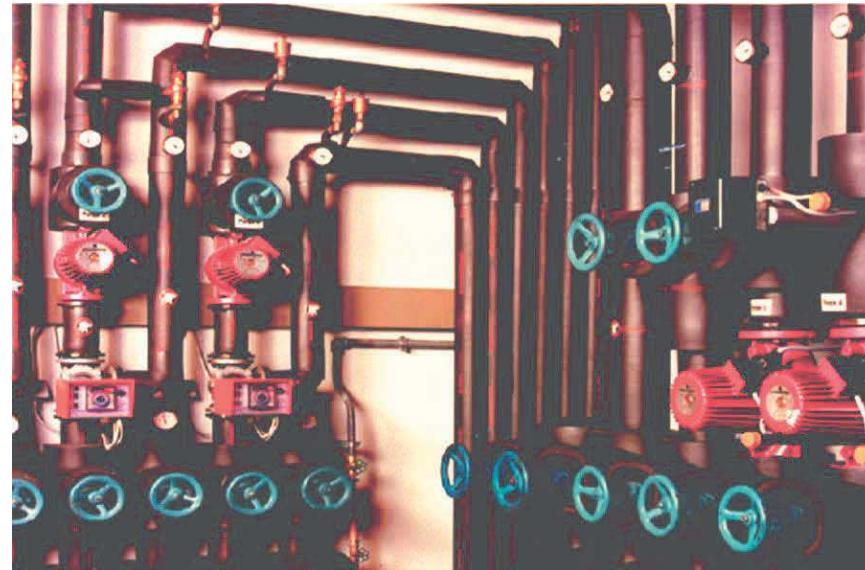
Fundación de la Energía de  
la Comunidad de Madrid



## ÍNDICE

1. Aislamiento y eficiencia energética en hoteles
2. Legislación
3. Rehabilitación
4. Tipos de intervenciones
5. Ayudas disponibles
6. Conclusiones

- **ANDIMAT: Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes**
- **Fabricantes de aislamientos térmicos y acústicos para la construcción y la industria**



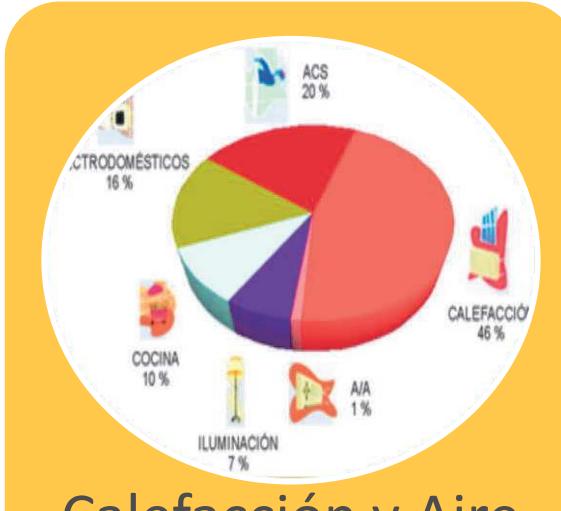
- **Asociaciones: AIPEX, ANAPE, IPUR, ANFAPA SATE, Fabricantes de espumas flexibles, vidrios, marcos, productos de estanqueidad para la envolvente,...**

**-AISLAR MÁS, MEJOR Y... LO ANTES POSIBLE**

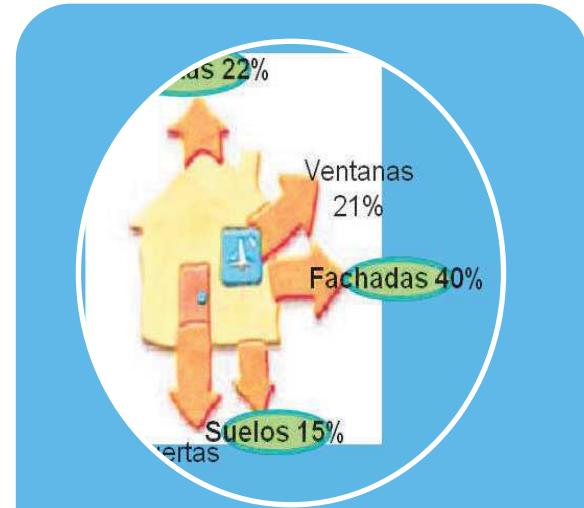
# 1. Aislamiento y eficiencia energética



Los edificios  
consumen el 40%  
de la energía

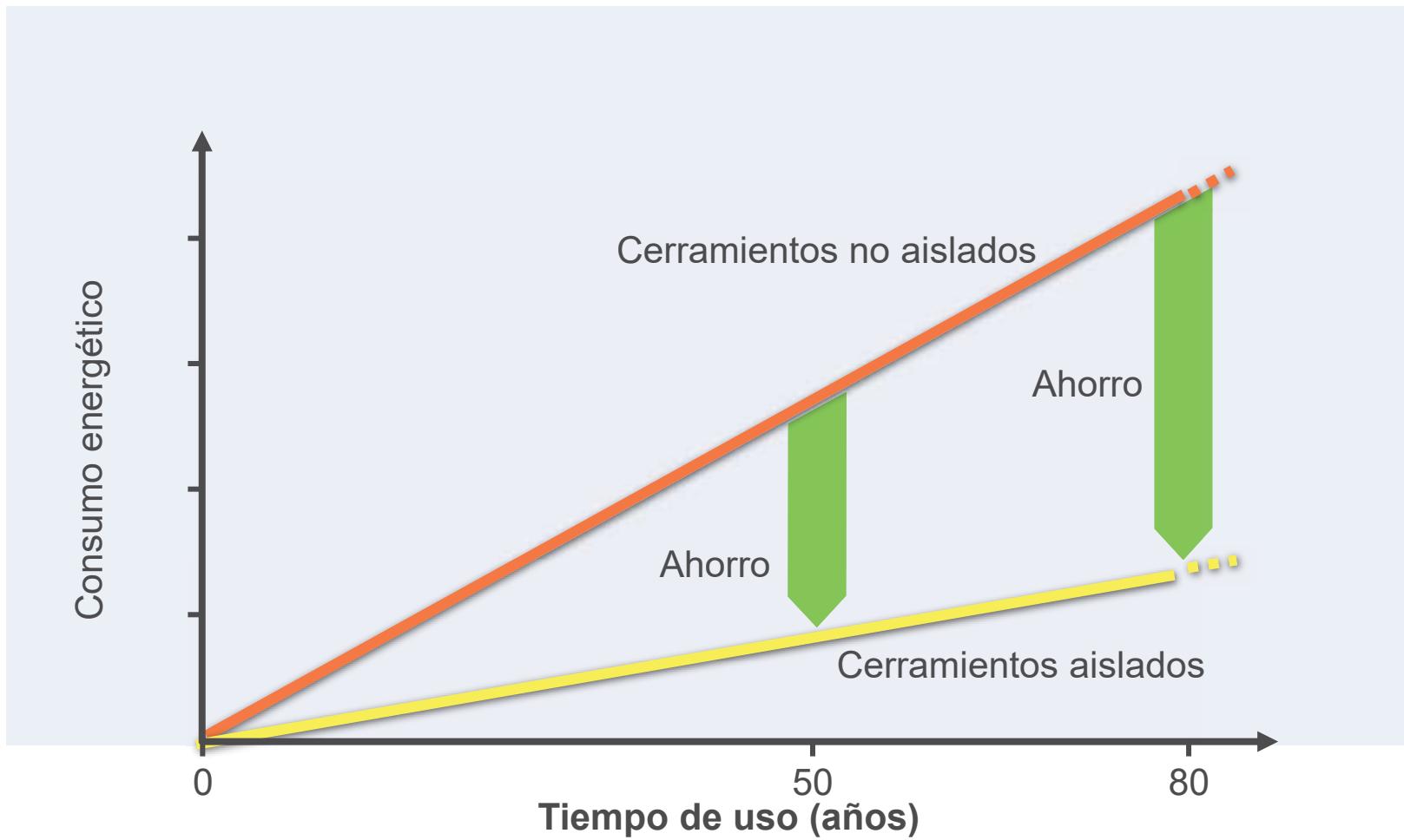


Calefacción y Aire  
acondicionado  
consumen el 50%  
de la energía de las  
viviendas



Las pérdidas del  
consumo energético se  
dan en más del 60% a  
través de paramentos  
opacos

El aislamiento es la palanca más importante para  
controlar el gasto energético de edificios

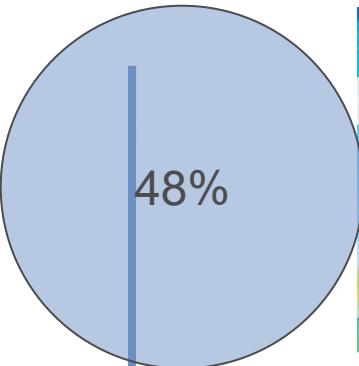


Mínima inversión, máximo retorno energético y económico

Eficacia



-



18%



Complejidad



Disminuir la “U” para reducir la demanda energética

## 2. Legislación

# CTE

## Sistema de indicadores

DB HE 2013

Consumo de energía primaria  
no renovable,  $C_{EP,nonren}$

Demandas de  
Calefacción  $D_{cal,lim}$  / refrigeración  $D_{ref,lim}$

Apéndice E

Calidad mínima de las instalaciones

Instalaciones térmicas RITE  
Instalaciones de iluminación

Aporte mínimo de renovables

Solar térmica ACS  
Solar fotovoltaica

DB HE 2019

Consumo de energía primaria  
no renovable,  $C_{EP,nonren}$

Consumo de energía primaria  
total,  $C_{EP,totat}$

Calidad mínima del edificio

Transmitancia térmica envolvente  
Control solar

Calidad mínima de las instalaciones

Instalaciones térmicas RITE  
Instalaciones de iluminación

Aporte mínimo de renovables

Contribución renovable ACS  
Generación de energía eléctrica

DEHS

DB HE

# CTE HEO- LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Vigente desde el 24 de septiembre de 2020

**Dos indicadores:** valores límite: por zona climática , por uso del edificio y, en el caso de edificios existentes (tipología intervención)

$C_{ep,nren}$  Consumo de energía primaria no renovable acota la cantidad de energía procedente de fuentes no renovables que puede consumir el edificio

$C_{ep,tot}$  Consumo de energía primaria total controla las necesidades totales de energía del edificio, independientemente de su origen (suministrada por la red, por el medioambiente o producida in situ). **¡Nuevo!**

## APLICACIÓN

| NUEVO   | EDIFICIO EXISTENTE   |   |   |
|---|--|---|---|
| <p><b>Todos los casos excepto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Edificios protegidos</li><li>Construcciones provisionales (&lt;2 años)</li><li>Edificios Industriales, de defensa o agrícolas con baja demanda energética</li><li>Edificios aislados <math>S_{util} &lt; 50 m^2</math></li></ul> | <p><b>Ampliación</b></p> <p><math>S_{util}</math> ampliada <math>&gt; 50 m^2</math><br/>la ampliación <math>^+</math> incrementa <math>&gt; 10\%</math> <math>S_{const}</math> o <math>V_{cons}</math></p> | <p><b>Cambio uso</b></p> <p><math>S_{util} &gt; 50 m^2</math></p> | <p><b>Reformas</b></p> <p><math>&gt; 25\% ET</math><br/><math>cambio</math> <math>^+</math> inst. de generación térmica</p> |
| <b>CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA</b>  |  |   |   |

# CTE HE 0 - $C_{EP, n \text{ ren, lim}}$ uso distinto residencial privado

| $C_{EP, n \text{ ren, lim}}$ | Zona climática de invierno |               |               |               |               |               |
|------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Carga interna                | Alfa                       | A             | B             | C             | D             | E             |
|                              | $70+8.C_{FI}$              | $55+8.C_{FI}$ | $50+8.C_{FI}$ | $35+8.C_{FI}$ | $20+8.C_{FI}$ | $10+8.C_{FI}$ |
| Baja ( $C_{FI} < 6$ )        | 118                        | 103           | 98            | 83            | 68            | 58            |
| Media ( $6 < C_{FI} < 9$ )   | 138                        | 123           | 118           | 103           | 88            | 78            |
| Alta $C_{FI} > 9$            | 142                        | 127           | 122           | 107           | 92            | 82            |

NOTA: En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40

# CTE HE 0 - $C_{EP \text{ tot, lim}}$ uso distinto residencial privado

| $C_{EP, \text{ tot, lim}}$ | Zona climática de invierno |                |                |                |                |                |
|----------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Carga interna              | Alfa                       | A              | B              | C              | D              | E              |
|                            | $165+9.C_{FI}$             | $155+9.C_{FI}$ | $150+9.C_{FI}$ | $140+9.C_{FI}$ | $130+9.C_{FI}$ | $120+9.C_{FI}$ |
| Baja ( $C_{FI} < 6$ )      | 219                        | 209            | 204            | 184            | 184            | 174            |
| Media ( $6 < C_{FI} < 9$ ) | 241                        | 231            | 226            | 216            | 206            | 196            |
| Alta $C_{FI} > 9$          | 246                        | 236            | 231            | 221            | 211            | 201            |

NOTA: En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40

# HE 1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGETICA

- Desaparece el indicador de demanda energética (calefacción y refrigeración) como indicador explícito, aunque esto no reduce su importancia para el diseño dado que **mantener una demanda energética reducida es una condición necesaria para poder cumplir los requisitos de consumo.**
- Es de aplicación general a edificios nuevos y existentes

## AMBITO DE APLICACIÓN

| HE1                      |  |               |                          |                          |
|--------------------------|--|---------------|--------------------------|--------------------------|
| NUEVO                    | EXISTENTE  |               |                          |                          |
| Todos los casos excepto: | <ul style="list-style-type: none"><li>- Edificios protegidos</li><li>- Construcciones provisionales (&lt;2 años)</li><li>- Edificios Industriales, de defensa o agrícolas con baja demanda energética</li><li>- Edificios aislados Sutil&lt;50 m<sup>2</sup></li></ul> |               |                          |                          |
|                          | Ampliación   | Cambio de uso | Reforma > 25% envolvente | Reforma < 25% envolvente |

# HE 1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGETICA

## CONDICIONES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

### AISLAMIENTO TÉRMICO

$U_{lim}$

Tabla 3.1.1.a - HE1 - Aplica a cada elemento de la envolvente térmica

$K_{lim}$

Tabla 3.1.1.b - HE1 (Residencial privado)  
Tabla 3.1.1.c - HE1 (Otros usos)

Aplica a 1\* y 2\*

### CONTROL SOLAR

$q_{sol;jul}$

Tabla 3.1.2 - HE1 **Nuevo**

### PERMEABILIDAD AL AIRE

$Q_{100}$

Tabla 3.1.3.a - HE1

**Nuevo – Permite**

Aplica a 1\* y 2\*

$n_{50}$

Tabla 3.1.3.b - HE1  
SOLO RESIDENCIAL, con  $S_{util} > 120m^2$

verificación en obra /  
también cálculo

## LIMITACIÓN DE DESCOMPENSACIONES ENTRE UNIDADES DE USO

$U_{lim}$

Tabla 3.2 - HE1 Particiones interiores **Iguales que HE1-13**

Aplica a 1\* y 2\*

## LIMITACIÓN DE LAS CONDENSACIONES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

1\*: Elementos que se sustituyan, incorporen o modifiquen sustancialmente

2\*: Elementos que vean modificadas sus condiciones exteriores o interiores como resultado de la intervención suponiendo un incremento de las necesidades energéticas del edificio

# Niveles de intervención

- **Intervenciones globales o grandes intervenciones:** la normativa realiza una asimilación a edificación nueva en cuanto a los indicadores exigibles si bien estos tienen, en general, unos niveles rebajados:  $K_{lim}$ ,  $q_{sol;jul,lim}$ , para **HE1** y  $C_{ep,nren}$ ,  $C_{ep,tot}$  para **HE0**.
- **Intervenciones menores y puntuales** : las exigencias son concretas y exclusivas sobre el elemento en el que se está interviniendo ( $U_{lim}$  ,  $Q_{100}$ , **limitación de descompensaciones y condensaciones, rendimientos mínimos de instalaciones**). Este será el mínimo por tanto para cualquier intervención.

# HE-1 $U_{lim}$ Valores de transmitancia límite

Los edificios deben disponer de una envolvente térmica que limite sus necesidades de energía primaria en función de la zona climática, su uso y su compacidad

| Transmitancias por elementos ( $U_{lim}$ )  | Alfa                  | A                     | B                     | C                     | D                     | E                     |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno [W/m <sup>2</sup> ·K]             | <b>0,80</b><br>(1,35) | <b>0,70</b><br>(1,25) | <b>0,56</b><br>(1,00) | <b>0,49</b><br>(0,75) | <b>0,41</b><br>(0,60) | <b>0,37</b><br>(0,55) |
| Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m <sup>2</sup> ·K]               | <b>0,55</b><br>(1,20) | <b>0,50</b><br>(0,80) | <b>0,44</b><br>(0,65) | <b>0,40</b><br>(0,50) | <b>0,35</b><br>(0,40) | <b>0,33</b><br>(0,35) |
| Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno [W/m <sup>2</sup> ·K] | 0,90                  | 0,80                  | 0,75                  | 0,7                   | 0,65                  | 0,59                  |
| Transmitancia térmica de huecos [W/m <sup>2</sup> ·K]   | <b>3,80</b><br>(5,7)  | <b>3,60</b><br>(5,7)  | <b>3,10</b><br>(4,20) | <b>2,60</b><br>(3,10) | <b>2,30</b><br>(2,70) | <b>1,80</b><br>(2,50) |
| Permeabilidad al aire de huecos [m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> ] clase                               | 2                     | 2                     | 2                     | 3                     | 3                     | 3                     |

**Nuevo CTE HE1 2019** (valores antiguo HE-2013)

## Valores de K límite para uso distinto a residencial privado

| Uso distinto a residencial<br>privado   | compacidad | Zona climática de invierno |      |      |      |      |      |
|---|------------|----------------------------|------|------|------|------|------|
|   |            | $\alpha$                   | A    | B    | C    | D    | E    |
| <b>Edificios nuevos y<br/>ampliaciones Cambios de<br/>uso. Reformas en las que se<br/>renueve más del 25% de sup<br/>de la envolvente</b> | $\geq 1$   | 0,96                       | 0.81 | 0.76 | 0.65 | 0.54 | 0.43 |
|   | $\geq 4$   | 1.12                       | 0.98 | 0.92 | 0.82 | 0.70 | 0.59 |

# ¿Cómo se realiza el cálculo de la K?

$$K = \sum_x H_x / A_{int} = \sum_x b_{tr,x} [ \sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k I_{xk} \Psi_{x,k} + \sum_j x_{x,j} ] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$$



$$K = \sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k I_{xk} \Psi_{x,k} \\ + \sum_j x_{x,j}$$

¡Es necesario mejorar todas las variables!

# ¿Cómo se realiza el cálculo de la K?

El documento DA DB-HE/3 Puentes térmicos, recoge un atlas de puentes térmicos con su caracterización en función de la solución constructiva adoptada

| Clasificación del puente térmico según la solución constructiva del aislamiento | $\Psi_i$<br>[W/mK] | Valoración del puente térmico |
|---|--------------------|-------------------------------|
| Grupo 1: Continuidad del aislamiento por el int. o el ext.                      | 0.01- 0.2          | CORRECTO                      |
| Grupo 2: Sin continuidad del aislamiento por el int. o el ext.                  | 0.2 – 0.5          | PELIGROSO                     |
| Grupo 3: Sin aislamiento o con separación por grandes masas macizas             | > 0.5              | DEFICIENTE                    |

\*Esta tabla es una reducción muy genérica que agrupa todas las diferentes tipologías de puentes térmicos por lo que no permite una precisión técnica correcta, no obstante sí puede servir de rango orientativo para predimensionados.

¡Estándar PASSIVHAUS –  $\Psi$  aprox. 0,05 W/m.K!

Mayor información cálculo de puentes térmicos- Curso SG – Efinovatic de cálculo con THERM <https://www.youtube.com/watch?v=jqGhwuwMeF0>

## Anejo E    Valores orientativos de transmitancia

|  | Zona Climática de invierno |      |      |      |      |      |
|--|----------------------------|------|------|------|------|------|
|  | α                          | A    | B    | C    | D    | E    |
| Muros y suelos en contacto con el aire exterior, $U_M, U_s$                | 0,56                       | 0,50 | 0,38 | 0,29 | 0,27 | 0,23 |
| Cubiertas en contacto con el aire exterior, $U_c$                          | 0,50                       | 0,44 | 0,33 | 0,23 | 0,22 | 0,19 |
| Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno, $U_T$   | 0,80                       | 0,80 | 0,69 | 0,48 | 0,48 | 0,48 |
| Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana), $U_H$ | 2,7                        | 2,7  | 2,0  | 2,0  | 1,6  | 1,5  |

Los valores de esta tabla son para la intervención en la globalidad del edificio, es decir, para edificios nuevos o intervenciones sobre edificios existentes que afecten a la globalidad de la envolvente térmica (>25%)

Para el caso de reformas que afecten a <25% de la envolvente térmica los valores límite de transmitancia térmica para los diferentes elementos constructivos son los de la tabla 3.1.1.a-HE1

Los valores anteriores presuponen un correcto tratamiento de los puentes térmicos.

¡En caso que no se traten bien los puentes térmico habrá que aislar mucho más!

# Espesor material aislante (cm) CTE-HE-1-Anejo E

**Obra nueva y rehabilitación >25% envolvente**

| Zona<br>climática | Cubiertas         | Fachadas                  | Suelos |
|-------------------|-------------------|---------------------------|--------|
|                   | Plana e inclinada | Puentes térmicos tratados |        |
|                   | 2019              | 2019                      |        |
| a                 | 4 a 6             | 4 a 5                     | 3 a 5  |
| A                 | 5 a 7             | 5 a 6                     | 3 a 5  |
| B                 | 7 a 10            | 6 a 8                     | 4 a 5  |
| C                 | 11 a 14           | 8 a 11                    | 5 a 7  |
| D                 | 12 a 15           | 9 a 12                    | 5 a 7  |
| E                 | 14 a 17           | 11 a 14                   | 6 a 8  |

**NOTA:** Rango de espesores para productos con  $\lambda = \{0.028 - 0.036\}$  W/mK

# Cerramientos acristalados (U) Valores límites

Valor mínimo en obra nueva y rehabilitación cuando se intervenga en menos del 25% de la superficie → Nunca se podrá aislar con menores prestaciones

Transmitancia térmica de huecos [W/m<sup>2</sup>·K]



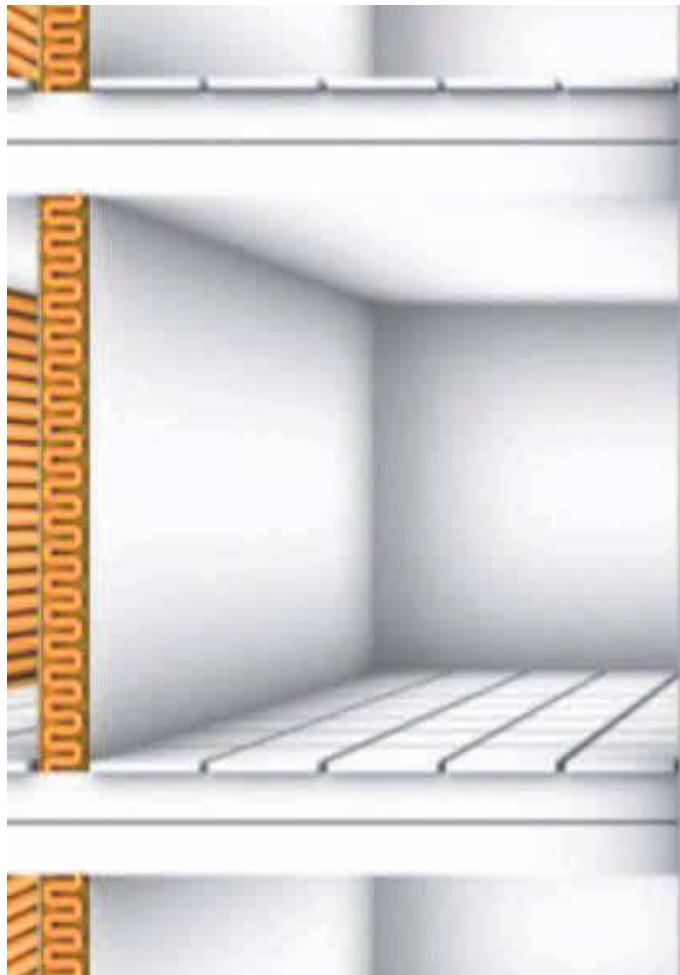
| Zona climática | Cerramientos acristalados (W/m <sup>2</sup> ·K) |
|----------------|---|
| α              | 3.80  |
| A              | 3.60  |
| B              | 3.10  |
| C              | 2.60  |
| D              | 2.30  |
| E              | 1.80  |

### 3. Rehabilitación

# Aislamiento por el interior:

## Aislamiento térmico con enlucido de yeso o PYL

### Falsos techos



# Aislamiento en la cámara de aire: Rehabilitación de fachadas con aislamiento térmico por inyección en cámaras



# Aislamiento por el exterior:

**Sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE)**

**Sistema de aislamiento térmico en fachada  
ventilada**



SATE

**Cubierta plana o inclinada (ej. con aislamiento térmico sobre o  
bajo teja,... )**

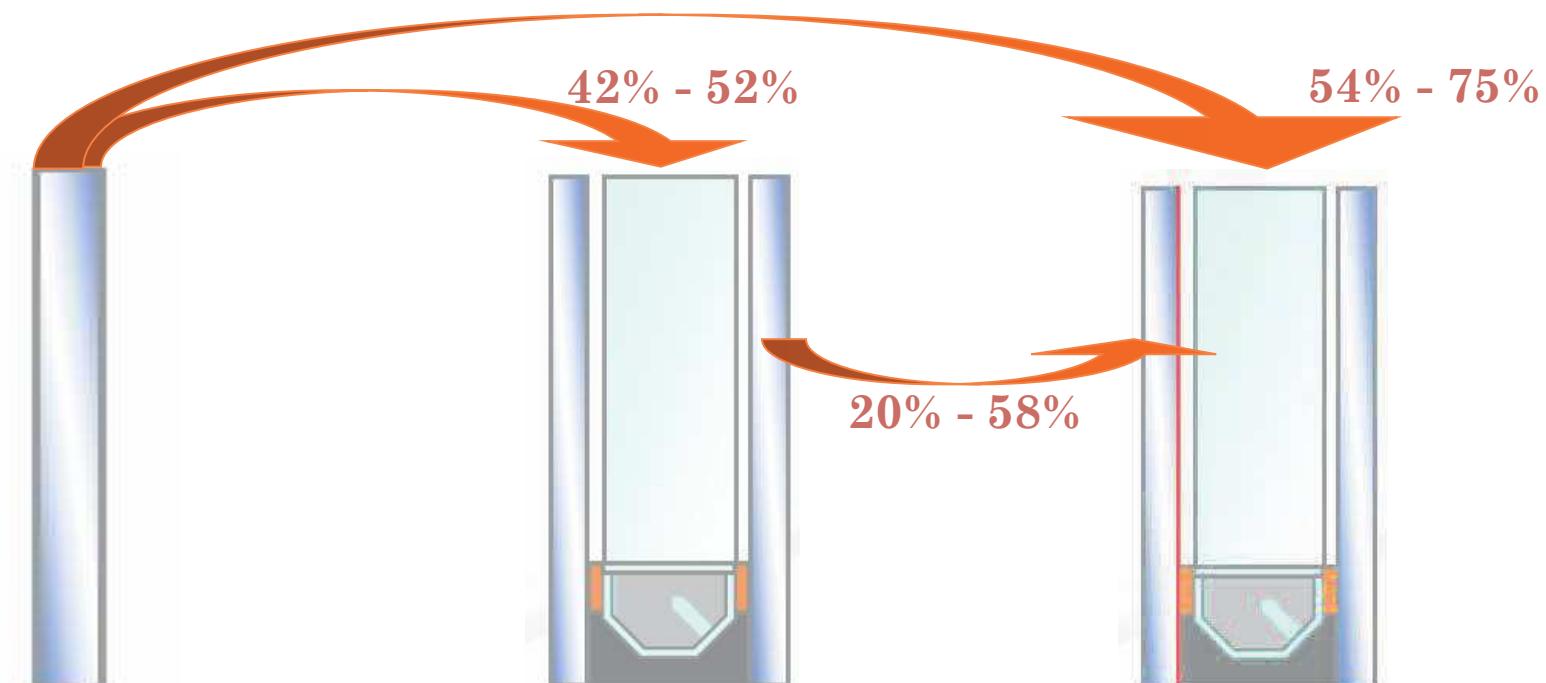


**Cerramientos acristalados:  
Unidades de vidrio aislante bajo emisivos – control solar  
Carpintería de altas prestaciones térmicas**

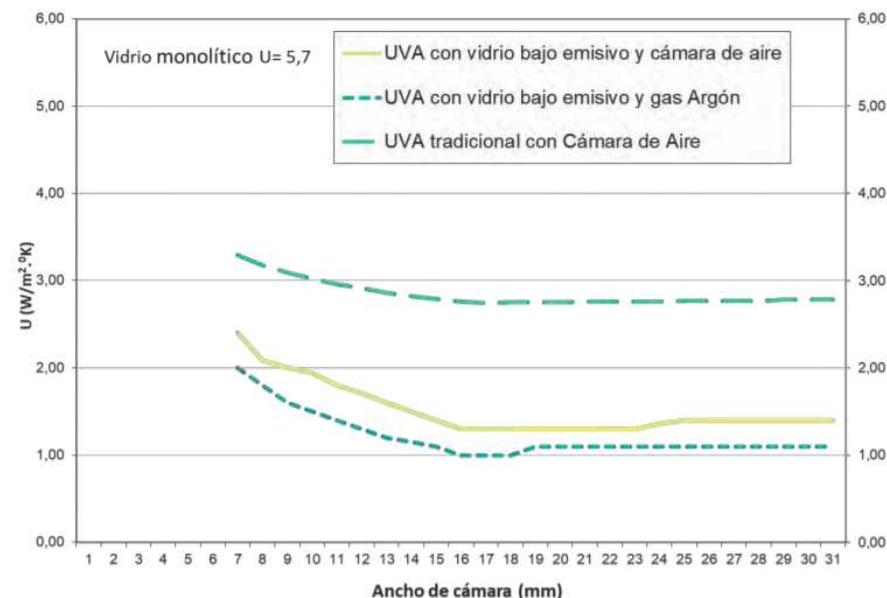


# Propiedades de los Vidrios : Valor U

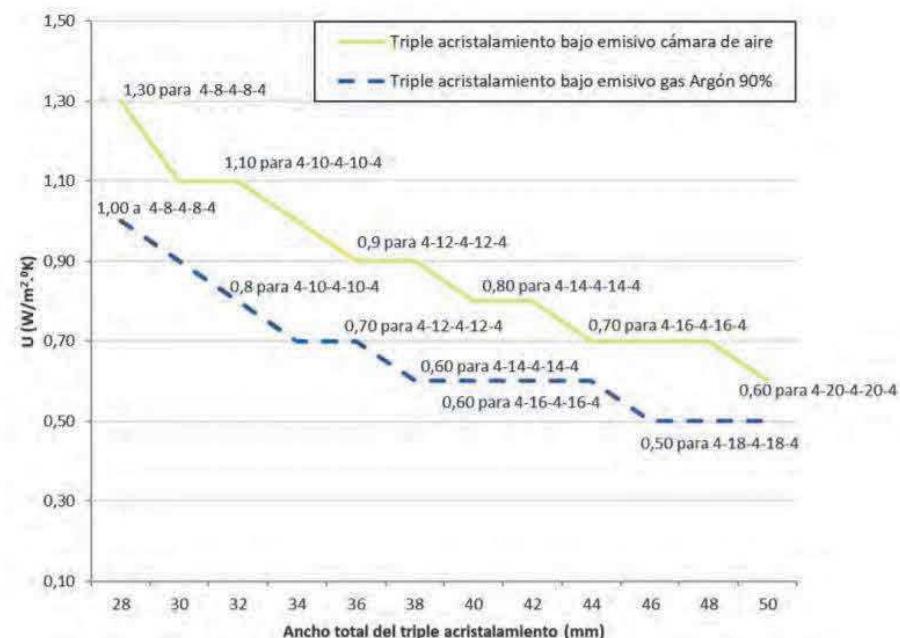
## Ahorros de energía alcanzados a través del acristalamiento



# Cerramientos acristalados: Unidades de vidrio aislante bajo emisivos – control solar Carpintería de altas prestaciones térmicas



Gráfica 1: Relación entre la transmitancia con el ancho de cámara para distintas UVAs



# Propiedades de los Marcos

## Metálicos

$U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$



## Metálicos con RPT

$U = 4,0 \text{ a } 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$



## Madera

$U = 2,2 \text{ a } 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$



## PVC

$U = 2,2 \text{ a } 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$



NOTA: Guía Soluciones de acristalamiento y cerramiento acristalado - IDAE

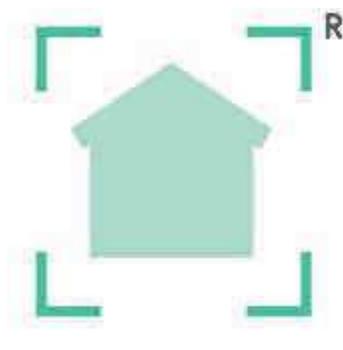
## Doble acristalamiento:

| Transmitancia térmica del hueco (W/m <sup>2</sup> .°K) |       |             |                           |                     |                   |
|--|-------|-------------|---------------------------|---------------------|-------------------|
| Vidrio (70%)   |       | Marco (30%) |                           |                     |                   |
|  |       | Metálico    | Metálico RPT <sup>8</sup> | Madera <sup>9</sup> | PVC <sup>10</sup> |
| Monolítico 4mm   | U=5,7 | 5,7         | 4,9                       | 4,4                 | 4,4               |
| 4-6-4  | U=3,3 | 4,1         | 3,4                       | 2,9                 | 2,9               |
| 4-16-4   | U=2,7 | 3,8         | 3,1                       | 2,6                 | 2,6               |
| 4-6-4 bajo emisivo <sup>11</sup>                       | U=2,4 | 3,5         | 2,9                       | 2,3                 | 2,3               |
| 4-16-4 bajo emisivo <sup>11</sup>                      | U=1,3 | 2,7         | 2,1                       | 1,6                 | 1,5               |

## Triple acristalamiento:

| Transmitancia térmica del hueco (W/m <sup>2</sup> .°K) |        |                            |                      |                   |
|--|--------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| Vidrio (70%)   |        | Marco (30%)                |                      |                   |
|  |        | Metálico RPT <sup>12</sup> | Madera <sup>13</sup> | PVC <sup>14</sup> |
| 4-18-4-18-4 bajo emisivo <sup>15</sup>                 | U= 0,7 | 1,2                        | 1,0                  | 0,9               |
| 4-18-4-18-4 bajo emisivo y Argón 90%                   | U= 0,5 | 1,1                        | 0,8                  | 0,8               |

# Aplicación del Programa de ayudas del IDAE para la rehabilitación energética de edificios PREE



Programa de Rehabilitación  
Energética de Edificios

## Mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica (Tipología 1) en hoteles

Sustitución de energía convencional por energía solar térmica (Subtipología 2.1).

Sustitución de energía convencional por energía geotérmica (Subtipología 2.2).

Sustitución de energía convencional por biomasa en las instalaciones térmicas (Subtipología 2.3).

Mejora de la eficiencia energética de los subsistemas de generación no incluidos en los apartados 2.1. a 2.3. (Subtipología 2.4)

Mejora de la eficiencia energética de los subsistemas de distribución, regulación, control y emisión de las instalaciones térmicas (Subtipología 2.5).

Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación (Tipología 3).

Ayudas del 40% por la tipología 1 + 50% tipología 2; 15% +tipología 3

# Conclusiones

- El nuevo DB-HE 2019 reduce los consumos de energía primaria no renovable entre un 50% a 37% respecto a la versión de 2013.
- Fija exigencias en edificios del sector terciario equiparables a vivienda. Anteriormente se fijaba el consumo con la certificación energética (clase B)
- Fija un segundo indicador de consumo de energía primaria total, donde el diseño, orientación, aislamiento de la envolvente, equipos de climatización, ventilación y fuentes de energía juegan un papel principal.
- Se fijan unos valores límite **de la calidad térmica del edificio**.
- La justificación del CTE debe realizarse a través de programas informáticos (HULC, CYPETHERM, SG SAVE,...) que calculan y verifican el  $C_{EP\ n, ren}$  y  $C_{EP\ total}$  fijando todos los parámetros del edificio y posteriormente los programas justifican el cumplimiento del valor K y control solar.

# Conclusiones

- Se pone de manifiesto la **imperiosa necesidad de considerar los puentes térmicos**. La fórmula del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (**k**) **tiene en cuenta el efecto de los puentes térmicos**.
- Todos los proyectos deberán efectuar un **cálculo detallado de los puentes térmicos**, justificando el cálculo y procedencia de los valores utilizados tanto en los elementos lineales como superficiales.
- Para edificios **menos compactos**, el CTE 2019 **exige valores de K más bajos**, que edificios en bloque, por tanto **habrá que aumentar el aislamiento** por encima de los valores exigidos en el Apéndice E del HE1 del CTE de 2013.
- El CTE 2019 refuerza la importancia de la envolvente, aislar con valores del Apéndice E o valores superiores (tanto en obra nueva como rehabilitación) se facilita el cumplimiento de la K y de CTE HE0 (empleando casi cualquier instalación térmica).

# Conclusiones

- Todas las actuaciones de rehabilitación deben tener en cuenta el aislamiento de las redes de distribución (tuberías y conductos) de los sistemas térmicos. Además si el hotel emplea sistemas de circulación continua, deben reforzarse el aislamiento.
- Mejorar el aislamiento de la envolvente es la medida con mejor relación coste beneficio, ya que una vez instalado los ahorros producidos son constantes a lo largo de la vida útil del edificio y no requieren mantenimiento

MUCHAS GRACIAS

Y recordad....

**EL AISLAMIENTO ES  
“SEXY”**

**Barack Obama, 15 de Diciembre de 2009, al Congreso  
de los EEUU**

[www.andimat.es](http://www.andimat.es)  
[ymasso@andimat.es](mailto:ymasso@andimat.es)