

Por Carlos Castro. Arquitecto del Dpto. Técnico de Dow Building Solutions

## PUENTES TÉRMICOS EN CTE HE1

**La Exigencia básica de limitación de la demanda energética, tal y como se recoge en el Documento Básico del Código Técnico de la Edificación, CTE HE1, supone un gran avance en el objetivo de mejorar la eficiencia energética de los edificios, a la vez que se mantienen condiciones adecuadas de bienestar térmico «...en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo...de humedades de condensación...y tratando adecuadamente los puentes térmicos...».**

En otro artículo técnico se han tratado ya los principales conceptos relativos a puentes térmicos, así como el producto de Dow Building Solutions, **STYROFOAM™ IB-A**, que se ofrece como solución. En esta reseña se hará una discusión del modo en que se recogen los puentes térmicos en la actual redacción del Documento Básico mencionado.

### PUENTES TÉRMICOS EN CTE HE1. DISCUSIÓN

En CTE HE1 se define como puente térmico *integrado* a aquel que forma parte del cerramiento como, por ejemplo, pilares, capialzados, formación de huecos y hornacinas de radiadores.

En la *opción simplificada* para la verificación de CTE HE1 se consideran los llamados puentes térmicos «*integrados*» con superficie  $> 0.5 \text{ m}^2$ . Es decir, primera aclaración, se considera cualquier puente térmico que, repetido, tenga presencia en la fachada que se esté estudiando, de forma que supere el medio metro cuadrado. Puede ocurrir que una caja de persiana tomada individualmente no supere el medio metro cuadrado, pero si en la fachada en cuestión hay 40 ventanas con el mismo tipo de caja de persiana, queda claro que sí lo supera.

Cuando el puente térmico se forma por intersección o encuentro de cerramientos y particiones, por ejemplo el encuentro entre una fachada y un forjado (el conocido «frente de forjado»), se trata de un tipo de puente «lineal», en todo caso **no** integrado en la fachada.

De cara a la evaluación de **pérdidas de calor** adicionales a través de los puentes térmicos, la *opción simplificada* permite determinar un valor medio,  $U_m$ , de transmitancia térmica del cerramiento analizado.

Es decir, con este criterio es factible dejar sin aislar el puente térmico integrado. Por ello en la tabla 2.1 de CTE HE1, al tratar el *valor máximo* de transmitancia térmica, no se mencionan los puentes térmicos. Por supuesto, de no aislar los, habrá que aumentar el dimensionado del aislamiento incorporado en el cerramiento-tipo, a modo de «compensación», obteniéndose finalmente un valor medio que pueda superar el *valor límite* de transmitancia establecido en CTE HE1.

Dicha «compensación» es aceptable siempre que no suponga un aumento indebido del riesgo de condensaciones y siempre que los niveles de exigencia sean de poca cuantía, como es, en su actual redacción, el Documento Básico CTE HE1 en su aplicación a fachadas. En cuanto la exigencia alcance niveles comparables a los requisitos, por ejemplo, de los Estados de nuestro entorno (Portugal, Italia, Francia), se deberá mencionar el caso de los puentes en la tabla 2.1 de valores máximos de transmitancia, a fin de evitar unas «descompensaciones» excesivas.

Respecto del **riesgo de formación de moho y condensación superficial**, en CTE HE1 se contemplan los siguientes valores del *factor de temperatura mínimo de la superficie interior*, para las condiciones interiores y exteriores del mes de enero, en función de la clase de higrometría del edificio o vivienda y la zona climática invernal:

Categoría del espacio	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D	ZONA E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,50	0.52	0.56	0.61	0.64

En cuanto a la *clase de higrometría*, tal y como se indica en la norma EN ISO 13788: 2002, se establecen las siguientes categorías:

- Espacios de *clase de higrometría 5*: espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas. Humedad relativa para el cálculo: 70%.
- Espacios de *clase de higrometría 4*: espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar. Humedad relativa para el cálculo: 62%.
- Espacios de *clase de higrometría 3 o inferior*: espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de **viviendas** y el resto de los espacios no indicados anteriormente. Humedad relativa para el cálculo: 55%.

Obsérvese que, al considerar a la vivienda (y edificios equiparables, como hoteles) con grado de higrometría 3, las condiciones interiores para el cálculo, que en la NBE CT79 eran del 75%, ahora se rebajan hasta el 55%. La consecuencia para el cálculo de este cambio en las condiciones higrométricas interiores es que el riesgo de formación de moho y condensación superficial se reduce drásticamente. Gracias a ello es posible que el cumplimiento de los valores de transmitancia térmica máxima,  $U_{max}$  (tabla 2.1 de CTE HE1) asegure, para los *cerramientos y particiones interiores* de los espacios de clase de higrometría 4 o inferior, la verificación del factor mínimo de temperatura. No obstante, se indica, deberá comprobarse en los puentes térmicos. Veamos primero el caso de los puentes térmicos «integrados».

#### — Puentes «integrados» en CTE HE1: riesgo de formación de moho

Se indica lo siguiente en CTE HE1: El *factor de temperatura* de la superficie interior  $f_{Rsi}$  de un *punto térmico integrado, cerramiento o partición interior* se calculará a partir de su transmitancia térmica mediante la siguiente ecuación:

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,52$$

siendo  $U$  la transmitancia térmica del *cerramiento, partición interior, o puente térmico «integrado»* en el cerramiento [ $W/m^2 K$ ].

El *factor de temperatura mínimo* de la superficie interior,  $f_{Rsi,min}$ , de un *cerramiento, partición interior, o puente térmico «integrado»*, se podrá calcular a partir de la siguiente expresión:

$$f_{Rsi,min} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e}$$

siendo:

- $\theta_e$ , la temperatura exterior media de la localidad en el mes de enero [ $^{\circ}C$ ];
- $\theta_{si,min}$ , la temperatura superficial interior mínima aceptable obtenida de la siguiente expresión [ $^{\circ}C$ ]:

$$\theta_{si,min} = \frac{273,3 \log_e \left( \frac{P_{sat}}{610,5} \right)}{17,269 - \log_e \left( \frac{P_{sat}}{610,5} \right)}$$

donde  $P_{sat}$  es la presión de saturación máxima aceptable en la superficie obtenida de la siguiente expresión [Pa]:

$$P_{sat} = \frac{P_i}{8,0}$$

donde  $P_i$  es la presión del vapor interior obtenida de la siguiente expresión [Pa]:  $P_i = \phi_i \cdot 2337$ , donde  $\phi_i$  es la humedad relativa interior [en tanto por 1].

Si igualamos la expresión del *factor de temperatura* de la superficie interior,  $f_{Rsi}$ , con el *factor de temperatura mínimo* de la superficie interior,  $f_{Rsi,min}$ , es sencillo despejar los valores  $U_{max}$  a fin de evitar alcanzar el peligroso 80% de humedad relativa con el que comienza la formación del moho, para una cierta temperatura exterior,  $\theta_e$ , y una cierta humedad relativa interior,  $\phi_i$ .

Expresados los resultados obtenidos en forma de tabla se tiene:

Así, por ejemplo, si se toma la curva para la humedad relativa del 55% (condiciones para vivienda en CTE HEI), se tendría que, en una localidad con una temperatura media en enero de 6 °C (en Madrid, por ejemplo, es de 6.2 °C), se evita el riesgo de formación de moho siempre que el valor de la transmitancia térmica, U, no supere el valor de 1.69 W/m<sup>2</sup>·K. Dicho valor no se supera en la mayoría de puentes térmicos «integrados» sin ningún tipo de aislamiento. Y, en caso de que se necesite colocar aislamiento térmico como tal, servirá el mínimo espesor, incluso de 1 cm o poco más, si lo hay disponible comercialmente.

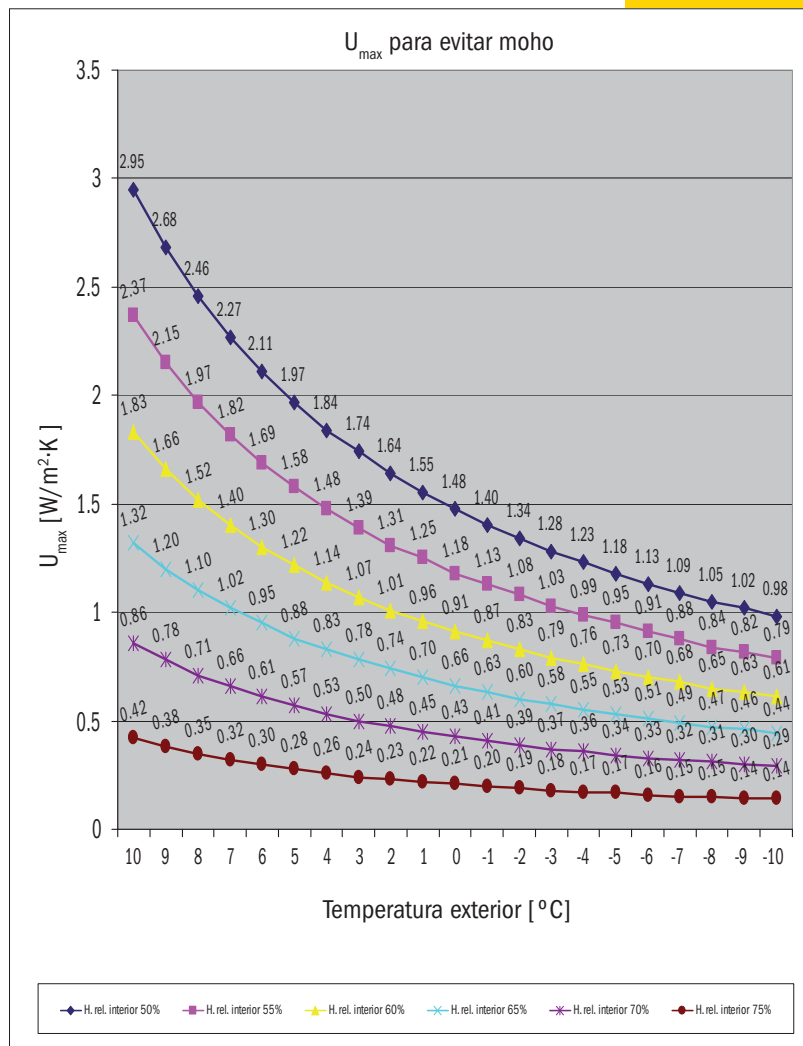
### — Puentes «de encuentro» en CTE HEI: riesgo de formación de moho

El factor de temperatura de la superficie interior  $f_{Rsi}$  para los puentes térmicos «lineales», formados por encuentros de cerramientos, se calculará aplicando los métodos descritos en las normas UNE EN ISO 10 211-1:1995 y UNE EN ISO 10 211-2:2002. Sin embargo, para el caso de la opción «simplificada» no parece lo más oportuno aplicar estos prolijos métodos de cálculo y es preferible poder tomar por defecto los valores recogidos en *Documentos Reconocidos*.

En este sentido, el problema es que, excepto el programa de referencia LIDER, para verificar la conformidad a la opción general, hasta ahora no hay todavía ningún *Documento Reconocido* donde tomar dichos valores (a falta, en el momento de redactar este artículo, de que se publique finalmente el «Catálogo de Elementos Constructivos», elaborado por el IETcc, y que será un «Documento Reconocido» que podrá servir como referencia «oficial», sin ser reglamentario por ello). Y aquí viene un dato significativo que mostramos a continuación: en el catálogo de puentes térmicos de LIDER viene, por ejemplo, el detalle típico de *frente de forjado* interrumpiendo un muro con cámara y sin aislamiento en el puente térmico formado.

Es un detalle genérico, casi abstracto, ya que no se determinan ni los materiales que lo forman ni sus dimensiones, lo que haría difícil ninguna precisión en la determinación del factor de temperatura. Así y todo, se ofrecen en LIDER los siguientes valores del factor de temperatura, para dicho *frente de forjado* sin aislar, según las diversas zonas climáticas:

ZONA	A	B	C	D	E
Factor temperatura para detalle frente a forjado sin aislar en LIDER	0,70	0,72	0,75	0,76	0,79



Como se puede comprobar, según estos valores del factor de temperatura en LIDER, un frente de forjado sin aislar cumpliría el requisito en todas las zonas y para los grados de higrometría 3 (viviendas) y 4. La razón es que las humedades relativas (HR para el cálculo son, como se ha indicado previamente, de 55 y 62% respectivamente. Con tales HR del ambiente interior es muy difícil que en la superficie interior del puente térmico se forme una «pared tan fría», de modo que la HR alcance un 80%, el valor crítico de HR a la hora de prever la formación de moho.

Por el contrario, de la manera en que se calculaba para la anterior NBE CT 79, partiendo para el cálculo de un 75% de humedad relativa en el ambiente interior, era altamente probable alcanzar el 80% en cuanto aparecía la más mínima «pared fría» causada por un puente térmico.

### — Conclusiones sobre puentes térmicos en el CTE HEI

- Dado el nivel de exigencia tan pobre que establece CTE HEI en paredes, es factible satisfacer

sus requisitos dejando sin aislar los puentes térmicos. Ello es posible porque no se rompe excesivamente la «homogeneidad» de la envolvente construida y, por tanto, es viable «compensar» las pérdidas energéticas adicionales producidas en los puentes (como se dijo, fácilmente entre un 20 y un 30% más) con un suplemento en el aislamiento del cerramiento-tipo. Así, una solución con aislamiento en cámara, como las planchas **WALLMATE™**, dependiendo de la zona climática, puede necesitar los siguientes espesores para compensar los puentes térmicos sin aislar:

ZONA CLIMÁTICA	A	B	C	D	E
Esesor (cm) WALLMATE™	3-4	4-5	5-6	6-7	8-9

™ Marca Registrada de The Dow Chemical Company («Dow») o cualquier filial de Dow

El rango de 1 cm en cada zona depende de la sección constructiva del cerramiento en particular:

- En la medida en que se planteen exigencias más en consonancia con las planteadas en CTE HE1 para el resto de cerramientos (cubiertas, suelos y ventanas), y en consonancia también con las exigencias ya existentes para fachadas en los Estados de nuestro entorno, se deberán aislar los puentes térmicos de forma ineludible, por razones de pura eficiencia energética.
- El riesgo de formación de moho, tanto en puentes «integrados», como de «encuentro», deviene muy reducido en la mayoría de puentes, incluso sin aislar, siempre que se aseguren unas condiciones del ambiente interior en que la media de humedad relativa sea del orden de un 55% (y una temperatura interior de 20 °C). Precisamente para garantizar estas condiciones de cálculo existe también todo el planteamiento del Documento Básico sobre Salubridad, CTE HS3, «Calidad del aire interior». ■



Ruego me suscriban por el período de un año a su revista: **AISLAMIENTO IMPERMEABILIZACIÓN**

Nombre .....

Empresa ..... C.I.F. ....

Dirección .....

C. Postal ..... Tel. .... Fax .....

Población .....

Fecha .....

Forma de pago:  Cheque a nombre de **COMGE EDITORIAL, S.L.** junto a petición  
 Contra reembolso  
 Transferencia



**PRECIO SUSCRIPCIÓN ANUAL:**  
**15€ (IVA INCLUIDO)**  
**4 NÚMEROS/AÑO**