

# MODELO Y REALIDAD EN LA REHABILITACION ENERGETICA

## Del modelo teórico a la realidad constructiva de nuestros edificios

**Iñaki Mendizabal Miguelez – PhD. arquitecto, Víctor Araújo Corral – arquitecto**  
(EKOTEKNIA GROUP WWW.EKOTEKNIA.COM)

Desde hace tiempo nos rondaba por la cabeza encontrar alguna forma de verificar la eficacia de una actuación de mejora de la envolvente en un edificio existente. Existen varios caminos y en nuestra oficina optamos por desarrollar técnicas cercanas a la profesión de arquitecto, que fueran fácilmente aplicables y sirvieran de comprobación.

Cuando nos enfrentamos a una obra de rehabilitación energética de una fachada, es siempre un tema recurrente tratar de conocer el estado inicial del que partimos. Es poco frecuente llegar a conocer con absoluta certeza cómo se terminó construyendo el edificio que vamos a rehabilitar, cuando generalmente éste se levantó hace cincuenta años o más.

Desconocemos desde qué situación partimos desde el punto de vista del aislamiento térmico (suponemos o sabemos que es deficiente) y la realización de catas no suele contar habitualmente con el beneplácito de la comunidad de propietarios.

Los tipos de fachadas más comunes que nos vamos a encontrar en la península a la hora de rehabilitar se sitúan en edificios construidos a partir de los años cuarenta del siglo pasado. En aquella época ni el gobierno ni las pequeñas empresas e industrias particulares del gremio se podían permitir inversiones en investigación para impulsar la evolución de los sistemas constructivos.

La falta de medios obligaba a utilizar el menor tiempo posible el andamiaje y otros medios auxiliares, por lo que se construía la hoja de ladrillo externa, después se realizaban los remates dando por terminada la obra por el exterior y se desmontaba el andamiaje, mientras que el resto de la construcción de la fachada se realizaba desde el interior.

Evidentemente no se manejaban conceptos como la transmitancia térmica, la inercia térmica, las condensaciones o los puentes térmicos. La exigencia más temprana es la del Reglamento de Viviendas de Renta Limitada del año 1954 que exigía en su Ordenanza 32 para estas viviendas (en la zona más amplia del mapa de isotermas entre +30° y -5°C) que sus cerramientos tuvieran una transmitancia térmica de 1,60 Kcal/m<sup>2</sup>°C, lo que equivale a 1,86 W/m<sup>2</sup>K.

Así se siguieron construyendo los edificios residenciales hasta que, con la llegada de la crisis del petróleo en 1973, el aumento del precio de la energía derivó el interés hacia las facturas de electricidad y gas de las viviendas. La necesidad de contener el consumo energético dio como fruto nuestra primera norma con exigencia de aislamiento térmico en 1979, la NBE-CT-79, donde ya se contemplaban conceptos como la transmitancia térmica, la inercia térmica, las condensaciones o los puentes térmicos, y que estuvo vigente hasta el año 2006.

La inercia de las empresas constructoras hacía que en las fachadas, que ahora incorporaban aislamiento, éste se colocara desde el interior sobre la hoja exterior del cerramiento (la primera que se construía para ahorrar en andamiaje). Con el tiempo se ha comprobado lo incorrecto de la situación del aislamiento en esa posición y que los medios de fijación del aislamiento a la fábrica que se pensaron en su día suficientes tampoco fueron siempre correctos.

En nuestro ámbito de trabajo, la Comunidad Autónoma del País Vasco, más del 70% del parque residencial fue edificado antes de 1980 bajo unos estándares que no son coincidentes con lo que la sociedad actual demanda en muchos aspectos, sobre todo en confort y aislamiento térmico.

¿Podemos caracterizar estos cerramientos y conocer el punto de partida de una rehabilitación?

Si, claro que podemos. Nos basta con determinar una aproximación bastante buena del valor de la transmitancia térmica (valor U) del cerramiento, y lo podemos hacer por varias vías.

La transmitancia térmica es un valor de crucial importancia para determinar en qué niveles de eficiencia se encuentra nuestro cerramiento objeto de estudio. La transmitancia térmica nos indica que cantidad de calor sale o entra de nuestro edificio a través de los elementos de la envolvente térmica (muros y ventanas). Por eso sus unidades tienen la expresión de potencia energética dividida por superficie y temperatura: W/m<sup>2</sup>K.

La manera tradicional de caracterizar un cerramiento existente es crear un modelo teórico a partir de los elementos que componen el cerramiento analizado, si podemos conocer el número de materiales, tipos y espesores a raíz de la documentación técnica del edificio, o bien realizando catas y observando el interior del cerramiento. Es fácil calcular una aproximación buena de la transmitancia térmica (sin tener en cuenta las imperfecciones, rozas, etc.).

Por este método tendremos las incertidumbres de la uniformidad en la calidad de los materiales empleados y de la duración de las cualidades térmicas de cada material, puesto que para el cálculo no nos queda más remedio que suponer la uniformidad en la calidad de fabricación y su conductividad térmica similar a la de un elemento equivalente actual, conocido y analizado (la extracción de piezas y su posterior análisis en laboratorio escapa al alcance de una obra normal de rehabilitación) (ver foto 1).

En este edificio ejemplo situado en Gipuzkoa cuya fecha de terminación data de 1973, mediante la documentación existente en el archivo municipal, toma de datos directa en el edificio y testimonios de los usuarios que confirmaron que la hoja

interior era de ladrillo hueco sencillo, se caracterizó el cerramiento en 2012 con una  $U = 1,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

A partir de este dato se elaboró una propuesta para rehabilitar el cerramiento con una solución de fachada ventilada que respetara la composición existente. La propuesta corresponde con la oferta genérica que ofrecen las constructoras de la zona utilizando espuma de poliuretano proyectado y que aplicando el método anterior nos indica una  $U = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Se utilizaba perfilería de aluminio y una placa de piedra artificial como acabado exterior.

Se cumplía con la exigencia del CTE-HE (2006) que en esta zona climática indica una transmitancia térmica límite de  $0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$  para los cerramientos (ver foto 2).

La otra vía que hemos utilizado para estudiar la intervención en este edificio es mediante la realización de ensayos termoflujométricos "in situ" no destructivos, utilizando sensores aplicados al cerramiento que nos permitan conocer temperaturas superficiales, ambientales y humedades relativas. Con estos datos y unas operaciones sencillas somos capaces, en teoría, de conocer la transmitancia térmica real de un cerramiento existente, y posteriormente, si existe riesgo de condensaciones superficiales o en el interior del cerramiento utilizando el ábaco psicrométrico.

El flujo de calor desde el ambiente interior hacia el exterior se produce mediante dos fenómenos de transmisión de calor: la convección que se produce en el aire y la conducción que se produce en el cerramiento. Por esta razón, transcurre cierto tiempo hasta que el calor llega de una cara a otra de un cerramiento, y también está relacionado con lo que se denomina inercia térmica.

Si medimos las temperaturas durante un periodo de tiempo de horas en el que se mantienen constantes, estaremos cerca del régimen estacionario de transmisión de calor y por lo tanto se puede conocer el valor de la transmitancia (U) (ver foto 3):

$$U = \frac{h_i (T_i - T_{si})}{(T_i - T_e)}$$

Por este camino también surgen incertidumbres, la primera es si las mediciones se han realizado en unas condiciones ambientales propicias, y la segunda es que



Foto 1.

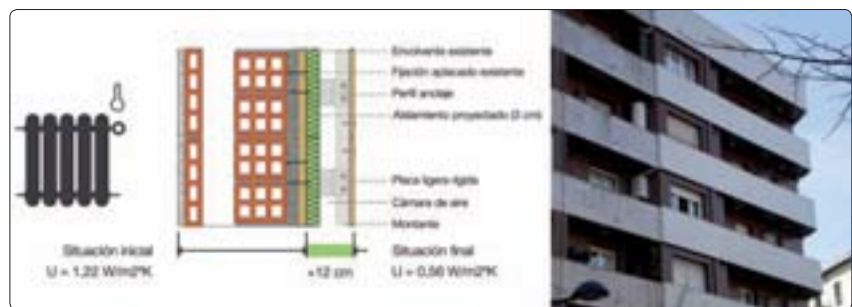


Foto 2.

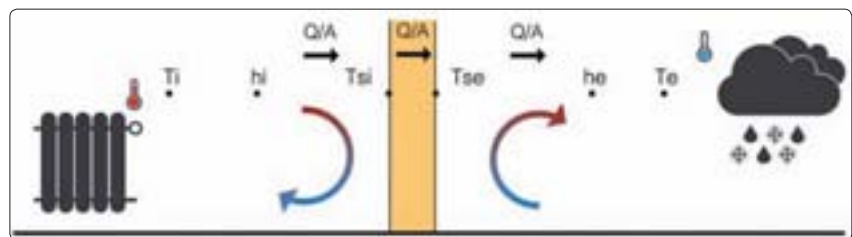


Foto 3.

todos los sensores tienen unos márgenes de error, y estos errores se propagan en las operaciones de cálculo.

Estos sensores de temperatura conectados a una tarjeta de adquisición de datos nos permiten monitorizar el cerramiento del edificio en una fachada norte durante veinticuatro horas en un día de invierno que se considera a priori óptimo en cuanto a estabilidad de las temperaturas exterior e interior según las previsiones meteorológicas. Además se procedió al apagado del convector de calefacción presente en el cerramiento.

La transmitancia térmica media obtenida mediante la monitorización del cerramiento existente es de  $1,31 \text{ W/m}^2\text{K}$ , un 7,3% superior a la estimada analíticamente.

La transmitancia térmica media calculada mediante la monitorización de la fachada rehabilitada arroja un resultado de  $0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$ , mayor que la esperada (un 17%) pero que muestra una clara mejoría

en el grado de aislamiento de la fachada y sigue cumpliendo con el CTE-2006.

Se puede concluir que los resultados obtenidos son consecuentes con su origen, es decir, que la transmitancia térmica (obtenida de un modelo teórico-analítico con datos actuales) sea inferior a la del modelo real construido hace cuarenta años es perfectamente normal por calidad de materiales o de ejecución:

$$U_{teórica} = 1,22 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ } \text{b} \text{ } U_{monitor} = 1,31 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Y por lo tanto, al partir de un nivel inferior de aislamiento, la nueva fachada rehabilitada tampoco alcanza la transmitancia térmica de su modelo teórico-analítico propuesto:

$$U_{teórica} = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ } \text{b} \text{ } U_{monitor} = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Esto nos plantea una nueva pregunta, ¿debemos considerar un coeficiente de seguridad a la hora de calcular los espesores de aislamiento para las rehabilitaciones de cerramientos?, se aceptan sugerencias... ◀◀