

**EL SISTEMA DE FACHADA TRASVENTILADA COMO ELEMENTO DE
CONTRIBUCIÓN AL CONTROL DE LA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA EN EL
CERRAMIENTO DEL EDIFICIO.**

B. Frutos, borjafv@ietcc.csic.es
Instituto Eduardo Torroja. CSIC
Serrano Galvache nº 4 28033 Madrid

M.Olaya, olaya@ietcc.csic.es
Instituto Eduardo Torroja. CSIC
Serrano Galvache nº 4 28033 Madrid

Resumen. *Una fachada trasventilada es un sistema constituido por un elemento de aplacado o revestimiento exterior soportado por elementos portantes interiores, a través de una subestructura, mediante fijaciones y anclajes, quedando entre aplacado y zona portante un espacio por el que puede discurrir una corriente de aire entre la parte inferior y la superior con objeto de mantener condiciones de baja humedad en el hueco, de forma que se preserven las condiciones idóneas del aislamiento térmico incorporado. Respecto al control de la transferencia de energía en el cerramiento, la aportación básica es la de proveer al edificio de un primer “escudo” frente a la inclemencia exterior y de un substrato de aislamiento térmico. Los aspectos relativos a la tipología de estos sistemas y su diseño incorporan campos abiertos en el estudio del control de la transferencia energética en el cerramiento completo.*

Palabras clave: *Fachada trasventilada, Transferencia de energía.*

1. INTRODUCCIÓN

En las fachadas transventiladas se pueden distinguir dos grupos: de aplacado opaco y transparente.

En el primer caso se pueden subdividir en: A. Fachadas pesadas de fábrica o de perpiños, B. Fachadas semipesadas, compuestas por placas delgadas de materiales pesados, cerámicas, etc y C. Fachadas ligeras compuestas por placas de resinas termoendurecibles, paneles sándwich metal /plástico /metal, etc. Se puede decir que en el primer caso el compromiso de estabilidad está determinado, entre otros factores, por el peso propio del conjunto subestructura aplacado y en el otro extremo, por la acción del viento. Algunas de estas fachadas pueden incorporar elementos de captación solar fotovoltaica.

En el caso de aplacado transparente, la finalidad es la de dotar al edificio de un sistema de captación pasiva de energía solar. El aislamiento térmico en este caso cede su función a los efectos de ganancia térmica, a través del cerramiento principal del edificio

2. LA IDONEIDAD CONSTRUCTIVA Y FUNCIONAL DE UNA FACHADA VENTILADA OPACA

En general, estos aspectos se fundamentan en lo siguiente:

La fachada representa una segunda epidermis para el edificio y por tanto adelanta en el espacio el plano de incidencia de los efectos de la intemperie, lo que conlleva una mejora de las prestaciones referentes al ahorro energético, apantallando en verano la incidencia de la radiación solar y comportándose durante el invierno como un estrato de aislamiento térmico ventilado, lo que evita la infiltración de humedad en el material. Se debe de tener en cuenta, a su vez que en los puntos de encuentro de las fijaciones con el soporte cabe la posibilidad de que se formen condensaciones y puentes térmicos.

La impermeabilidad del sistema debe de quedar garantizada haciendo provisiones en el diseño con objeto de que las aristas de las placas en la parte superior de la fachada y en los elementos de carpintería exterior o fábrica queden protegidos por viseras que no impidan el tiro de ventilación.

En lo referente a la prevención frente al incendio, conviene tener presente que en el caso de placas ligeras de resinas, por la propia naturaleza de la placa y debido a la presencia de la materia polimérica de gluten, el comportamiento ante el fuego debe de ser conforme con la clasificación de carácter ignífugo. Por otra parte conviene que el material de aislamiento térmico sea también ignífugo, debido a que este material conforma una pared situada detrás del aplacado, en la que las láminas de corriente producidas por el efecto tiro, tal y como sucede en una chimenea, determinan condiciones de propagación de la llama.

En lo referente al comportamiento acústico del sistema, no cabe duda que representa una contribución al aislamiento acústico del edificio respecto al ruido exterior, sin embargo no es un elemento de diseño esencial a estos efectos.

Por la configuración abierta de la fachada cabe la posibilidad de que entren insectos, por lo que se suelen interponer rejillas que, sin impedir la ventilación, dificultan el acceso de los mismos.

2.1. Los elementos de la fachada en el comportamiento térmico del conjunto.

A los efectos de estimación de la demanda energética del edificio, la fachada ventilada configura un sistema constructivo de aislamiento térmico por el exterior, desplazando el

riesgo de condensaciones intersticiales desde el cerramiento soporte y atenuándolo en el estrato de aislamiento, por cuanto la corriente de aire que se establece entre la zona aplacada y el aislamiento propicia la ventilación de la superficie exterior de tal estrato.

El peso y el color del aplacado son factores de contribución a la inercia térmica de la parte correspondiente al aplacado exterior. El aplacado pesado determina una inercia térmica elevada en las transmisiones térmicas entre el ambiente exterior y la parte posterior correspondiente a la cámara de aire. En el caso de las fachadas ligeras el factor de inercia en el aplacado puede observarse en un rango amplio en función del color y de la reflexión térmica que presente la superficie expuesta al sol.

Todas estas consideraciones tienen que ver más que con la incidencia de estos factores de inercia en el interior del edificio (que difícilmente puede verse influido en este tipo de fachadas), con la propia durabilidad del sistema.

2.2. La transferencia térmica en el sistema

La complejidad del problema de evaluación de los fenómenos de transferencia energética se puede constatar por las variables a contemplar (1):

q; Transferencia de calor al espacio ventilado (W/m²)
λ_{ext}; conductividad térmica del aire exterior (W/mK)
D_e; diámetro hidráulico equivalente de Darcy
T_i-T_e; diferencia de temperatura interior exterior
ρ_{aext}; densidad del aire exterior (kg/m³)
ρ_{aven}; densidad del aire en el espacio ventilado (kg/m³)
μ_{aext}; viscosidad del aire exterior (Pas)
μ_{aven}; viscosidad del aire en el espacio ventilado (Pas)
R_{int}; resistencia térmica del muro interior más el aislamiento (m²K/W)
R_p; resistencia térmica de la placa exterior (m²K/W)
ε; rugosidad
g; aceleración gravitatoria (9,8 m/s²)
m; flujo de la masa de aire (kg/s)
c_p; calor específico (J/kgK)
β; coeficiente de expansión térmica (K⁻¹)
H; altura del espacio ventilado
T_{aven}; temperatura del aire en el espacio ventilado

A estas variables hay que añadir las resistencias térmicas superficiales en los distintos planos del sistema

Los métodos de simulación de la transferencia de energía son de cierta complejidad. No obstante son abordables haciendo uso de sistemas comerciales de cálculo de dinámica de fluidos (2)

En un día nublado de invierno los procesos de transferencia energética son en mayor o menor medida los siguientes:

Flujos térmicos entre el interior del edificio y la zona ventilada, atenuados por el aislamiento superficial

Flujo convectivo (efecto chimenea) en el espacio comprendido entre la superficie exterior del aislamiento térmico y el trasdós de la placa o fábrica

Flujos térmicos entre la epidermis expuesta y la zona de flujo convectivo

La influencia del factor solar en una fachada opaca. Destacados los factores de transferencia energética en las fachadas transventiladas, conviene poner de manifiesto el alcance específico de la influencia del soleamiento en climas cálidos. En este caso el análisis puede simplificarse.

En un día soleado la transferencia energética se encuentra condicionada por el factor solar S_f , que representa la fracción de energía transmitida por el cerramiento con relación a la radiación incidente

Cuando se considera la ventilación; el factor solar S_{fv} responde a la siguiente expresión

$$S_{fv} = R_{se} \times \alpha \times [(1/R_{se} + R_{ext}) \times (1/R_{si} + R_{int})] / [1/(R_{se} + R_{ext}) + 1/(R_{si} + R_{int}) + 15] \quad (1)$$

Donde:

- R_{si}; Resistencia térmica superficial interior
- R_{se}; Resistencia térmica superficial exterior
- R_{ext}; Resistencia térmica de la capa exterior desde la cámara
- R_{int}; Resistencia térmica del aislamiento más el elemento de cerramiento interior

α ; coeficiente adimensional dependiente del color de la superficie expuesta al sol; su valor oscila entre 0,4 en colores claros a 1,0 en colores muy oscuros

A modo de ejemplo, si se considerara una fachada trasventilada con las siguientes características:

Muro de cerramiento compuesto por ladrillos cerámicos aparejados a soga con espesor de 14 cm, enlucido por el interior con una capa de yeso de 1,5 cm.

$$\begin{aligned} \lambda (\text{ladrillo}) &= 0,76 \text{ W/m}^{\circ} \text{ K} ; R (\text{cerramiento ladrillo}) = 0,184 \text{ m}^{\circ} \text{ K/W} \\ \lambda (\text{yeso}) &= 0,30 \text{ W/m}^{\circ} \text{ K} ; R (\text{capa de yeso}) = 0,05 \text{ m}^{\circ} \text{ K/W} \end{aligned}$$

Aislamiento térmico de espesor 5 cm

$$\lambda = 0,033 \text{ W/m}^{\circ} \text{ K} ; R = 1,51 \text{ m}^{\circ} \text{ K/W}$$

- Placa exterior de resina termoendurecible de 3 cm de espesor de color marrón
 $\alpha = 0,8$
- $\lambda (\text{placa}) = 0,3 \text{ W/m}^{\circ} \text{ K} ; R = 0,1 \text{ m}^{\circ} \text{ K/W}$

Tomando como resistencia térmica de la cámara de aire el valor 0 y los valores 0,04 y 0,13 para las resistencias superficial exterior (R_{se}) e interior (R_{int}), respectivamente

El factor solar, aplicando la fórmula (1) sería

$$S_f = 0,005$$

Por lo tanto, la energía aportada por la radiación solar es insignificante para el proceso de transferencia térmica interior exterior.

3. CONCLUSIONES

La transferencia térmica en el espacio comprendido entre la cara interior del aplacado y el cerramiento del edificio responde a la interacción de distintas variables, que representan distintas metodologías de análisis según se trate de fachadas transventiladas opacas o transparentes. En el caso de fachadas opacas el modelo se simplifica ya que el efecto convectivo predomina sobre el resto de fenómenos de transferencia.

En los climas cálidos las fachadas transventiladas opacas son fundamentalmente un elemento de atenuación de la radiación solar.

REFERENCIAS

Carla Balocco, A non-dimensional analysis of a ventilated double façade energy performance . Energy and Buildings. Vol 36. Enero 2004

Heinrich Manz, Numerical simulation of heat transfer by natural convection in cavities of facade elements. Energy and Buildings. Vol 35. Marzo 2003

Ursula Eicker, Wolker Fux, David Infiel, Li Meid, Katrin Vollmer. Thermal performance of building integrated ventilated PV facades
www.fht-stuttgart.de/fbp/fbpweb/forschung/res_solar/sol_report2.pdf

Abstrac: *A ventilated facade is a system constituted by an external lining element supported by a internal bearing wall , through a frame, by means of fixations and anchorages, being among the lining and the bearing wall a space for which a current of air can reflect between the inferior part and the superior with object of maintaining conditions of low humidity in the vide slab, so that the suitable conditions of the incorporate thermal isolation is preserved. Regarding the control of the energy transfer in the system, the basic contribution is to provide to the building of a first "shield" in front of the external inclemency and of a substratum of thermal isolation. Aspects concerning types and designs are fields opened up in the study of the control of the energy transfer in the complete system.*

Keywords: *Ventilated facade, Energy transfer*