

Estudio Experimental sobre las Características de Ventilación y Comportamiento Térmico de los Tejados de Teja Cerámica con Aleros Ventilados y Panel de Aislamiento

Luís Almeida, Instituto Politécnico de Leiria; E-mail: luis08almeida@gmail.com

João Ramos, ESTG/Instituto Politécnico de Leiria e INESC Coimbra; E-mail: joao.ramos@ipleiria.pt

Palabras clave: Rendimiento energético de edificios, ventilación natural, tejas cerámicas, bioconstrucción, tejados.

Introducción

En los últimos años, el aumento de los costes energéticos y una mayor conciencia sobre la eficiencia energética y el medio ambiente han fomentado el desarrollo de soluciones sostenibles, con el objetivo de reducir el consumo de energía. Un nuevo interés emergente en los métodos de construcción tradicionales y las nuevas regulaciones en materia de desarrollo ambiental y térmico de edificios, están contribuyendo a incorporar técnicas pasivas en los nuevos proyectos.

Diversos estudios experimentales se han realizado en los últimos años, con el propósito de analizar el comportamiento térmico de los tejados. Modelos consistentes en un compartimento pequeño hecho de ladrillo y con tejado, han sido utilizados en el estudio cuyo objetivo final es investigar cómo puede mejorarse el comportamiento térmico a través del empleo de diferentes soluciones de aislamiento y/o ventilación (Khedari *et al.*, 2002; Özdeniz, 2005; D’Orazio *et al.*, 2008; D’Orazio *et al.*, 2010; Ong K.S., 2011; Zakaria *et al.*, 2011). También se han analizado los mecanismos de transferencia de calor mediante el empleo de modelos matemáticos (Susanti *et al.*, 2011; Lee *et al.*, 2009). Todos estos estudios juegan un papel muy importante en el desarrollo de nuevas técnicas de construcción, además de fomentar el diseño de soluciones de construcción innovadoras.

El tejado es conocido por ser uno de los elementos más importantes dentro del envoltorio opaco de un edificio. Los materiales y el uso de técnicas pasivas pueden influir fuertemente en el rendimiento térmico de un edificio. Debe hacerse hincapié en el hecho de que el clima de una región particular no debe percibirse como un obstáculo a la hora de emplear técnicas pasivas, sino como un recurso útil para reducir la cantidad de energía utilizada para controlar la temperatura interior. Este documento describe el método de evaluación del rendimiento térmico de un tejado con aleros ventilados mediante el estudio de la transferencia de calor en las distintas capas. Para ello, un modelo de estudio específicamente diseñado a tal fin se somete a diferentes condiciones climáticas. Continuamente se monitorean una serie de parámetros térmicos y la transferencia de calor en las distintas capas de forma calculada y comparada basándose en las ecuaciones del balance energético. Así, el rendimiento térmico y la eficiencia energética son evaluados con miras a determinar cómo las distintas características pueden contribuir a reducir el consumo energético en los edificios.

Métodos

Ha sido desarrollado un método de investigación de la transferencia de calor dinámica en un tejado inclinado con aleros ventilados comercializado por Euronit. Para ello, se diseña específicamente un modelo que permita controlar dinámicamente en periodos de tiempo la temperatura y la humedad relativa en la superficie de los materiales así como dentro del hueco de ventilación, sometiendo dicho modelo a ciclos de refrigeración en periodos de luz y nocturnos, y en condiciones meteorológicas reales. La transferencia de calor es calculada en base a ecuaciones de balance energético para las distintas capas afectadas. El análisis estadístico de los resultados se realiza durante el período de estudio completo, es decir, en primavera y verano.

El modelo de estudio se crea en el Campus 2 de la Escuela de Tecnología y Administración del Instituto Politécnico de Leiria. Se asegura que el modelo mire hacia el sur, para aprovechar al máximo la luz solar.

El modelo de estudio es un típico edificio a pequeña escala con un ático y un tejado con aleros ventilados. Dos paneles Naturtherm fueron directamente colocados en la parte superior de la cubierta. El modelo de estudio tiene una superficie de aproximadamente 4,67 m² y un tejado de 2,5 metros de longitud y una inclinación del 30%.

Se colocan varios sensores para el control de la temperatura y la humedad relativa del aire dentro de la cámara de ventilación, a intervalos de 0,6 m, según se muestra en la figura 1. Se utiliza un modelo matemático basado en una combinación de mecanismos de transferencia de calor para determinar la transferencia de calor en tejas cerámicas y dentro de la brecha de ventilación, así como la ecuación de balance energético para el panel de aislamiento. Esto permite calcular una transferencia energética transitoria para cada capa.

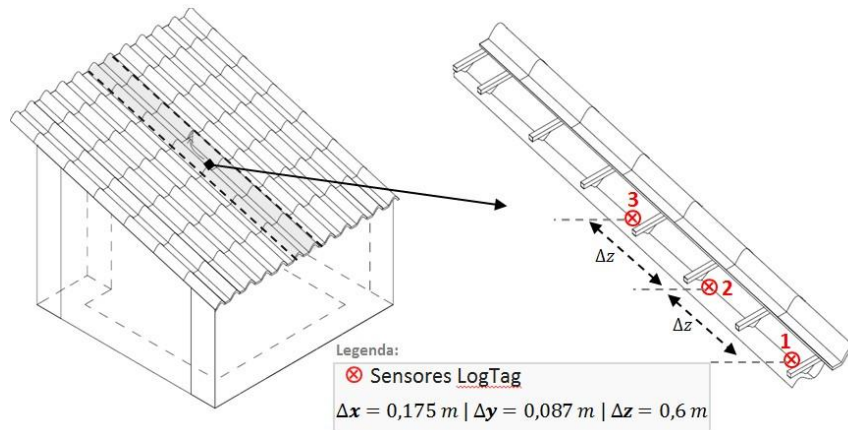


Figura 1 – Sensores colocados dentro de la cámara de ventilación.

Una estación meteorológica Wireless Vantage Pro2™ Plus, equipada con una serie de sensores integrados, se instala cerca del modelo de estudio (Figura 2). Se utilizan dos instrumentos de medición multifunción (Testo 435) durante el periodo de estudio para registrar las temperaturas en superficie del material para tejados y materiales de aislamiento, así como la velocidad del aire dentro de la cámara de ventilación. Se analiza el rendimiento térmico considerando dos volúmenes de control, tal y como se muestra en la Figura 3. Este experimento se realiza entre mayo y julio, es decir, en primavera y verano.



Figura 2 – Estación meteorológica (Wireless Vantage Pro2™ Plus).

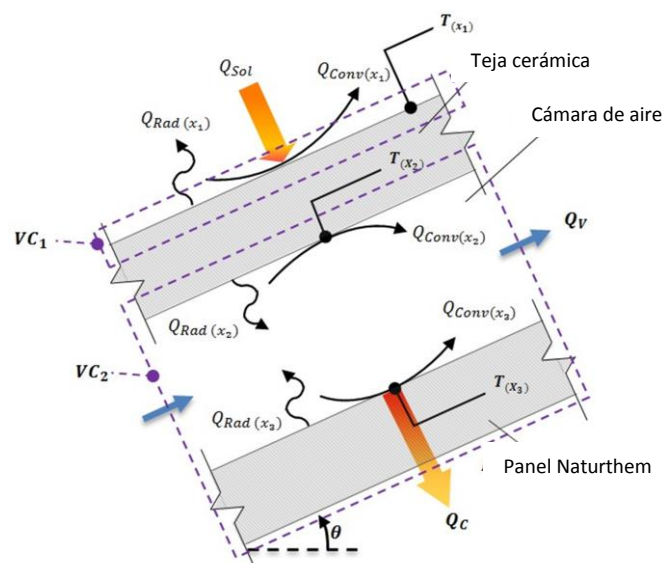


Figura 3 – Mecanismos de transferencia de calor en tejados ventilados.

Resultados

En esta sección se muestra un resumen de los resultados del estudio. El comportamiento térmico del tejado ventilado queda demostrado con estos resultados, que incluyen las temperaturas dentro de la cámara de ventilación y en el piso superior, así como la variación correspondiente con las condiciones climáticas del periodo de estudio. Por ejemplo, el 20 de junio, la temperatura del exterior varió considerablemente durante todo el día, con una diferencia de 14,3 °C entre los valores más altos y los más bajos. No obstante, la temperatura en el piso superior no cae significativamente durante la noche, permitiendo permanecer dentro de unos valores de confort.

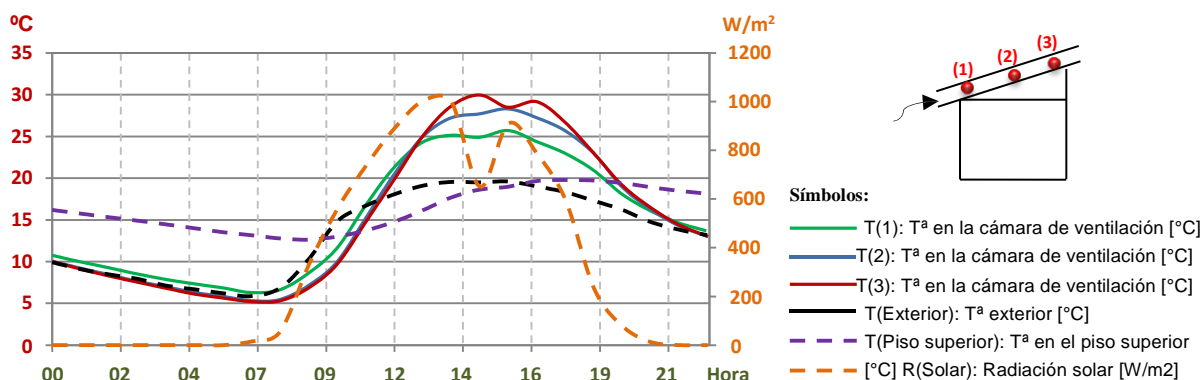


Figura 4 – Rendimiento térmico del tejado el 20 de junio.

En la Figura 5 se muestran las diferencias entre las temperaturas superficiales en la cámara ventilada entre el 22 y el 25 de junio. La diferencia entre las temperaturas superficiales en la cámara de ventilación, es decir, entre la superficie interna de la cerámica y la superficie externa del panel Naturtherm, aumentó progresivamente durante el período de insolación, alcanzando el máximo cuando la irradiación solar alcanza su valor más alto. Entre ambas superficies, se alcanzó una diferencia media de temperatura de 12 °C aprox.

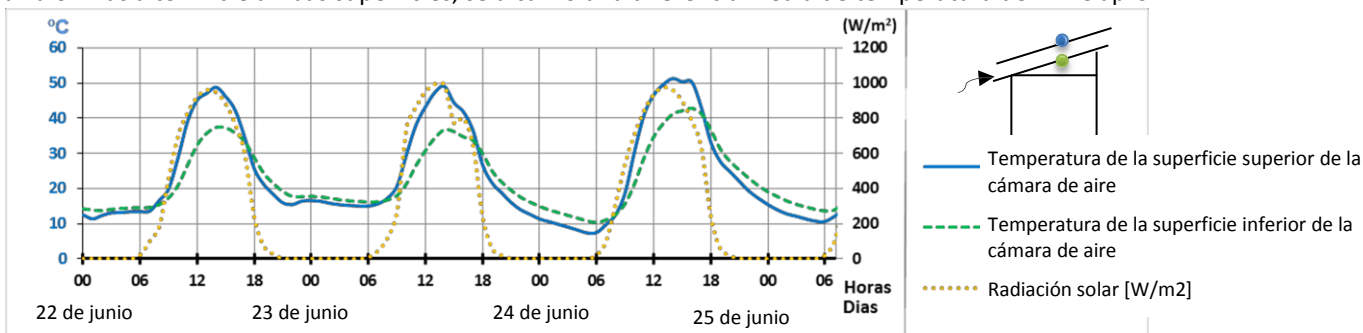


Figura 5 – Temperaturas superficiales en la cámara de ventilación respecto de la irradiación solar.

La ventilación natural en la cámara de ventilación también se analizó mediante la medición de la velocidad del aire dentro de este compartimento. La velocidad del aire en la cámara de ventilación alcanzó su punto máximo cuando la radiación solar era más intensa, según se indica en la figura 6.

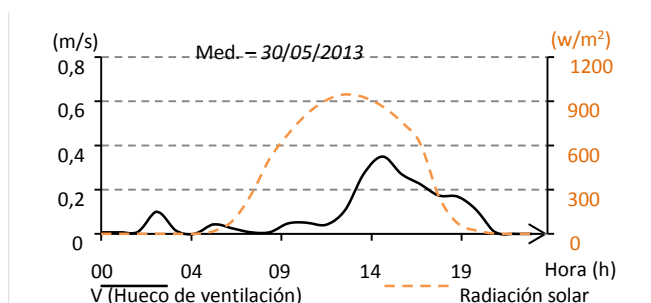


Figura 6 – Velocidad del aire en la cámara de ventilación.

Conclusiones

El objetivo del estudio descrito en este trabajo era investigar el comportamiento térmico de un tejado de teja cerámica con aleros ventilados y un panel de aislamiento. El rendimiento térmico fue evaluado mediante el cálculo de la transferencia de calor entre las distintas capas y a través de la ventilación natural de la cámara de ventilación. Se diseñó y se construye para ello un modelo específico para recopilar datos de estudio. La temperatura del aire en el piso superior y las temperaturas superficiales de los distintos materiales son medidas usando este modelo. Posteriormente se calculan los valores de transferencia de calor a partir de estos datos.

El tejado demostró ser capaz de proteger el interior de la bajada de temperatura durante la noche. El calor acumulado durante el día y la lenta disipación térmica durante la noche contribuyeron a mantener la temperatura en el piso superior dentro de un margen de confort, es decir, significativamente más alto que la temperatura del exterior. Esto significa que el tejado es capaz de minimizar el efecto de las variaciones de temperatura, debido a la inercia térmica del panel Naturtherm. Estos innovadores tejados aislantes y ventilados son capaces de reducir las pérdidas de calor, debido a la elevada resistencia térmica que ofrece la capa de aislamiento y las características de los materiales utilizados, permitiendo construir edificios capaces de mantener el calor durante la noche.

A partir del análisis e interpretación de la transferencia de calor a través del tejado de teja cerámica, se concluye que las tejas cerámicas son capaces de almacenar una gran cantidad de calor. La mayoría del calor se almacena durante las primeras horas de irradiación solar, cuando la temperatura del tejado de teja cerámica está próxima a la temperatura exterior. Por otra parte, las tejas de cerámica cuentan con buenas propiedades ópticas, que refleja parte de la radiación solar incidente en los alrededores.

También se concluyó que la transferencia de calor por conducción entre la cámara de ventilación y el piso superior aumenta a medida que aumenta la temperatura de las tejas cerámicas. Sin embargo, la transferencia de calor por conducción disminuye cuando aumenta la ventilación natural en el hueco de ventilación, lo que significa que el calor acumulado es transferido al exterior. Por lo tanto, se concluye que la ventilación natural representa un método importante de prevención de valores extremos de temperatura del aire y de la superficie dentro de la cámara de ventilación, siendo por tanto esencial para reducir la transferencia de calor hacia el piso superior.

Reconocimiento

Este estudio ha sido patrocinado parcialmente por UMBELINO MONTEIRO, S.A. (Grupo Etex) y por la FUNDACIÓN PARA LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA, a través del proyecto PESt-OE/EEI/UI308/2014.

Referencias

- D'Orazio, M., Di Perna, C., Principi, P. y Stazi, A. (2008). Efectos de la permeabilidad de las tejas en el rendimiento térmico de los tejados ventilados: Análisis del rendimiento anual. *Energía y edificios*, Vol. 40, Tema 5, pp. 911 – 916.
- D'Orazio, M., Di Perna, C. y Di Giuseppe, E. (2010). Efectos del recubrimiento de techos en el rendimiento térmico de los tejados con un alto nivel de aislamiento en climas mediterráneos. *Energy and Buildings*. Vol. 40, Tema 5, pp. 1619-1627.
- Khedari, J., Yimsamerjit, P. & Hirunlabh, J. (2002). Investigación experimental de la convección libre en paneles de captación solar para tejados. *Building and Environment*, Vol. 37, Tema 5, pp. 455 - 459.
- Lee, S., Park, S.H., Yeo, M.S. (2009). Estudio experimental sobre el flujo de aire en la cavidad de un tejado ventilado. *Building and Environment*. Tema 7, Vol. 44, pp. 1431-1439.
- Ong, K.S. (2011). Reducción de la temperatura en el piso superior y el techo mediante varios diseños de aislamiento pasivo para tejado. *Energy Conversion and Management*, Vol. 52, Tema 6, pp. 2405 – 2411.
- Özdeniz, M. B. y Hançer, P. (2005). Construcciones en tejado ideales para climas cálidos – Caso Gazimağusa. *Energy and Buildings*, Vol. 37, Tema 6, pp. 643 - 649.
- Susanti, L., Homma, H. y Matsumoto, H. (2011). Un tejado con una cavidad ventilada de forma natural como potencial beneficio para la mejora del ambiente térmico y la carga de refrigeración de un edificio industrial. *Energy and Buildings*. Tema 1, Vol. 43, pp. 211-218.
- Zakaria, N., Zain-Ahmed, A., Ariffin, N., Halim, N. y Morris, F. (2011). Evaluación de la energía térmica de un edificio con aislamiento en techo en un clima cálido y húmedo tropical. *Humanities, Science and Engineering*, pp. 233 – 238.