



COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL SISTEMA SATE: ANÁLISIS DE LA FACHADA DE UN EDIFICIO DE LOS AÑOS 50 REHABILITADO EN MADRID.

Varela Luján, Sheila¹; Rodríguez Sánchez, Antonio²; Viñas Arrebola, Carmen³; Aguilera Benito, Patricia³; Piña Ramírez, Carolina²; González Cortina, Mariano²

¹ Grupo de Investigación de Tecnología y Medio Ambiente. Escuela Técnica Superior de Edificación de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

² Grupo de Investigación de Tecnología y Medio Ambiente. Dpto. Construcciones Arquitectónicas y su Control, Escuela Técnica Superior de Edificación, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

³ Grupo de Investigación de Tecnología y Medio Ambiente. Dpto. Tecnología de la Edificación, Escuela Técnica Superior de Edificación, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

PALABRAS CLAVE: Rehabilitación, Aislamiento Térmico, SATE, Eficiencia Energética

RESUMEN

En España, según el Plan Nacional de Acción de eficiencia energética 2017-2020, el sector residencial supone un 18,5% del consumo de energía final. La normativa actual exige la reducción del consumo de energía en este sector a través de la implementación de estrategias de ahorro de energía.

Actualmente existen 10 millones de edificios destinados a vivienda en nuestro país, de los cuales unos 800.000 tienen más de 50 años. En el caso de Madrid son más de 20.000 edificios construidos en esa época, presentando carencias en cuanto a confort y habitabilidad y, por ello, se hace necesario ver la rehabilitación como algo imprescindible para el cumplimiento de los objetivos de ahorro energético propuestos. Estas actuaciones tratan de adecuar el edificio a los requisitos de las nuevas normativas, mejorando su calidad y vida útil. Además, suponen un menor impacto económico y ambiental que la demolición y nueva construcción.

En este caso, el objetivo de estudio es un edificio rehabilitado con un sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE). Este sistema consiste en la adición de aislamiento térmico por el exterior de las fachadas, ayudando así a crear una envolvente continua en la fachada del edificio.

Se analiza el comportamiento térmico de las fachadas en una vivienda en la parte del edificio rehabilitado con este sistema, comparándolo con otra vivienda del edificio en su estado original, con el objetivo de analizar el comportamiento real de la fachada rehabilitada.

El edificio está en San Cristóbal de los Ángeles, en el sur de Madrid y está construido al final de los años 50. Las dos viviendas están situadas en la tercera planta del edificio, en los portales 47 y 51, teniendo en cuenta las costumbres de uso de los inquilinos.



CONTART

Los datos de temperaturas para el análisis se obtienen a través de una monitorización con termopares tipo K, colocados tanto dentro como fuera de las fachadas, y en cada una de las orientaciones. Estos termopares están conectados a unos dataloggers que recogen los datos de temperatura durante la campaña de medición en marzo, mes caracterizado por tener condiciones climatológicas de temperaturas medias, pero con amplias oscilaciones entre el día y la noche.

A través de esta comparativa se puede comprobar que existe una gran diferencia en el comportamiento térmico de la fachada en su estado original frente a la rehabilitada. La diferencia media de temperatura entre la superficie exterior e interior en la fachada original es de 3,5°C y 2,5°C, norte y sur respectivamente, mientras que en la rehabilitada es de 9,7°C en el norte y 7,9°C en el sur, mostrando una disminución de un 74,67% en la transmitancia con la colocación del SATE con respecto a la fachada original.

En conclusión, el sistema SATE ayuda a que las temperaturas superficiales interiores sean más independientes de las temperaturas exteriores, y que su colocación como método de rehabilitación influye positivamente al mantenimiento de las temperaturas interiores ayudando a optimizar el consumo energético para mantener la temperatura de confort en las viviendas.

INTRODUCCIÓN

En España, según el Plan Nacional de Acción de eficiencia energética 2017-2020 [1], el sector residencial supone un 18,5% del consumo de energía final. Y de todo este consumo, más de la mitad se destina a usos para calefacción. La normativa actual exige la reducción del consumo de energía en este sector a través de la implementación de estrategias de ahorro de energía.

Actualmente existen 10 millones de edificios destinados a vivienda en nuestro país, de los cuales unos 800.000 tienen más de 50 años. En el caso de Madrid son más de 20.000 edificios construidos en esa época, presentando carencias en cuanto a confort y habitabilidad y, por ello, se hace necesario ver la rehabilitación como algo imprescindible para el cumplimiento de los objetivos de ahorro energético propuestos.

Estas actuaciones tratan de adecuar el edificio a los requisitos de las nuevas normativas, mejorando su calidad y vida útil. Además, en diversos estudios se señala que las rehabilitaciones suponen un menor impacto económico y ambiental que la demolición y nueva construcción [2].

Una de las metodologías más utilizadas actualmente en rehabilitación es el sistema de aislamiento térmico por el exterior, el sistema SATE. Este sistema resuelve problemas de puentes térmicos o condensaciones, además de tener la ventaja de que no reduce espacio interior de las viviendas y es prácticamente cero invasivo en su colocación [3]. Este sistema incrementa la resistencia térmica de la envolvente, en la que la fachada juega el papel principal y mejora estética y funcionalmente los edificios. Varios estudios de simulación indican que una vivienda aislada por el exterior en invierno, en climas como Madrid, mejoran un 18% el ahorro energético [4].



CONTART

Con el objetivo de cuantificar las mejoras que aporta este sistema de rehabilitación en esta tipología de viviendas, en esta investigación se comparan dos viviendas situadas en un edificio en el que uno de los portales está en estado original y el otro está rehabilitado con SATE.

METODOLOGÍA

El edificio

El edificio estudiado se encuentra en la Calle Benimamet, en el sur de Madrid. Es un edificio construido en los años 50, antes de la entrada en vigor de la primera normativa térmica de 1979. Los portales a estudiar son el que está situado en el extremo del bloque, el número 51 y el opuesto, el número 47 (Figura 1). El número 47 está en estado original y el 51 ya está rehabilitado con SATE (Figura 2). Las viviendas tienen la orientación de la fachada principal al norte y la posterior al s



Figura 1. Fotografía aérea del bloque de viviendas.



Figura 2. Imagen de los edificios estudiados. Fachadas norte. Rehabilitado N°51(izquierda) y original N°47(derecha).



La rehabilitación

La rehabilitación del edificio se hizo por fases, comenzando por el portal 51. Además de la colocación del sistema SATE, se mejoró la cubierta, y se procedió a añadir una ventana exterior. También se añadió un espacio para tendedero y un ascensor para el acceso a todas las plantas. La fachada de la vivienda originalmente están formadas de exterior a interior, por un mortero monocapa, medio pie de ladrillo perforado, una cámara de aire sin ventilar y un cerramiento de cámara con tabique de ladrillo hueco sencillo acabado con un enlucido y pintado. Tiene una transmitancia térmica de $1,54 \text{ W/m}^2\text{K}$ según el Documento Básico de Ahorro de energía del Código Técnico [5]. Y las ventanas son de aluminio sin rotura de puente térmico y vidrio simple, con una transmitancia de $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La actuación en la parte opaca de la fachada consistió en colocar un sistema de aislamiento por el exterior tipo SATE. Este sistema se basa en añadir placas de poliestireno expandido en este caso, colocadas con mortero y anclajes. Esas placas de aislamiento se cubren y protegen con una malla de fibra de vidrio que sirve de agarre para el mortero de acabado y el propio acabado de la fachada (Figura 3). Los grosores de aislamiento se adaptan a la morfología de la fachada, siendo de 4 a 6 cm en los salientes y de hasta 8 cm en las zonas principales. La transmitancia de la fachada con el sistema SATE desciende a $0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$.

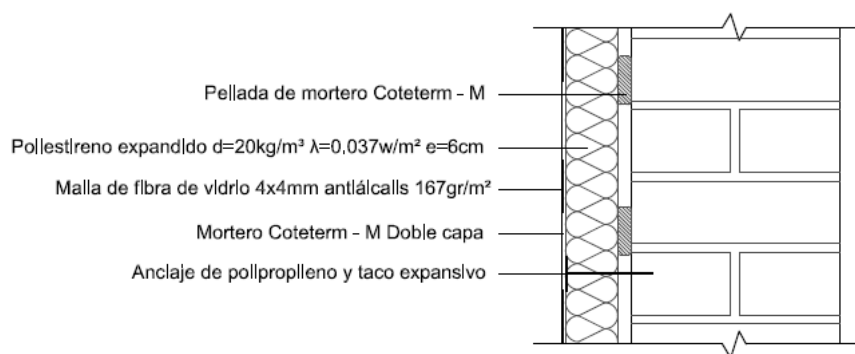


Figura 3. Sección constructiva del sistema SATE colocado en la fachada.

Monitorización

El estudio de las fachadas se realiza en la tercera planta en ambos casos, ya que es la planta intermedia del edificio y por su ubicación, su comportamiento no se ve influenciado por la cubierta o el terreno. Se colocan sensores en la fachada norte y sur de cada vivienda tal y como se señala en la Figura 4 y Figura 5.

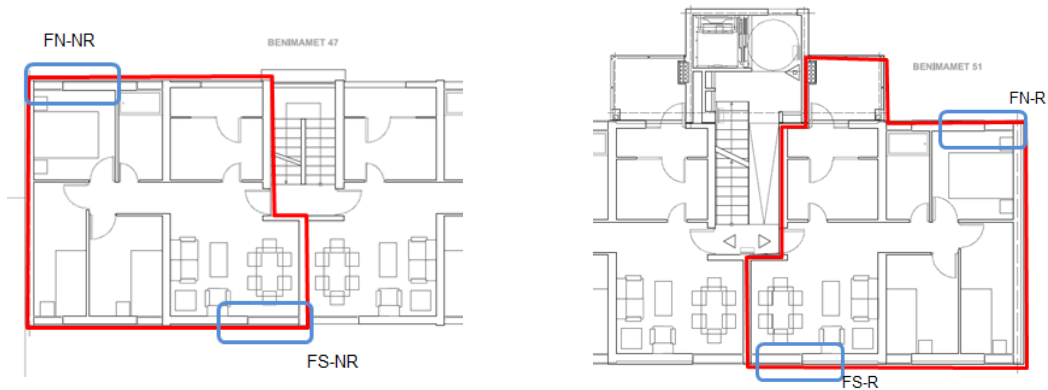


Figura 4. Ubicación de zona de monitorización de fachadas

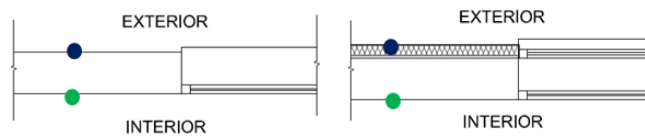


Figura 5. Sección horizontal de las fachadas donde se muestra la ubicación de los termopares.

Para las mediciones de temperatura se utilizaron termopares tipo k conectados a unos datalogger OPUS200, tomando datos superficiales del interior y del exterior de las fachadas cada 2 minutos (Tabla 1).

Tabla 1. Nomenclatura utilizada para los termopares.

	Fachada No Rehabilitada		Fachada Rehabilitada	
	Exterior	Interior	Exterior	Interior
Norte	FN-NR ext	FN-NR int	FN-R ext	FN-R int
Sur	FS-NR ext	FS-NR int	FS-R ext	FS-R int

El periodo de medición fue el mes de marzo, un mes que se caracteriza por tener condiciones climatológicas de temperaturas medias pero con amplias oscilaciones de temperaturas entre el día y la noche (AEMET 2015) y lo hace adecuado para observar el comportamiento del sistema. Después del tratamiento de los datos, el periodo de estudio se acota desde las 22:00h del 2 de marzo hasta las 22:00h del 5 de marzo de 2015.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables que se estudian son las temperaturas superficiales en la parte opaca de las fachadas, por el exterior y el interior y se representan con la nomenclatura que aparecen en la anterior Tabla 1.

En la siguiente figura (Figura 6) se muestran las temperaturas en el periodo escogido en la orientación norte. Se puede apreciar que las temperaturas exteriores superficiales fluctúan con el mismo comportamiento, pero en el caso de la fachada rehabilitada se observan discontinuidades. Esto es debido al acabado de la fachada rehabilitada y a su baja capacidad calorífica.

En el caso de las temperaturas superficiales interiores es notable la diferencia de comportamiento entre la fachada no rehabilitada y la rehabilitada. Esta última mantiene una temperatura estable en todo el periodo (media de 23°C) mientras que la primera fluctúa de manera que sigue la misma tendencia que la temperatura superficial exterior (media de 15,89°C).

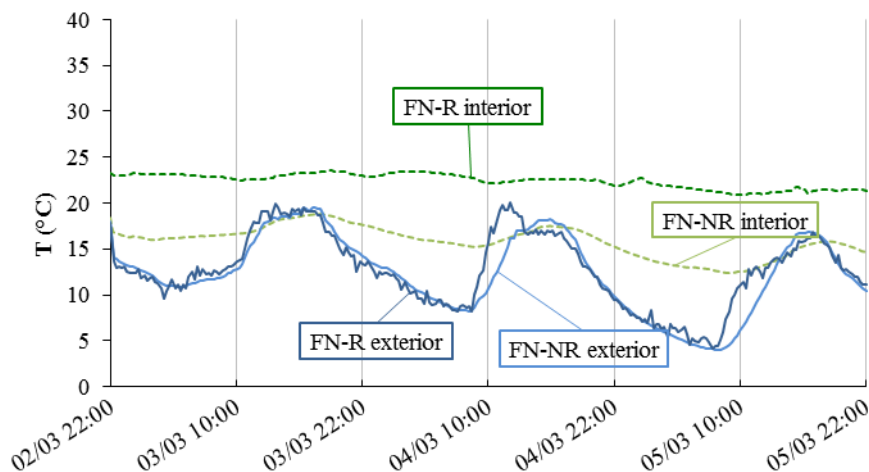


Figura 6. Temperaturas superficiales en la fachada norte, rehabilitada y no rehabilitada.

En la Figura 7, se muestran las temperaturas superficiales en la orientación sur de las viviendas. En este caso las temperaturas superficiales exteriores fluctúan con mayor oscilación entre las máximas y las mínimas. Se observa también discontinuidades en el periodo, en el mismo caso que en la orientación norte, se debe a que la fachada rehabilitada tiene baja capacidad calorífica.

En el caso de las temperaturas superficiales interiores, ambos casos mantienen un comportamiento que se corresponde al de las temperaturas superficiales exteriores pero en este caso la diferencia de temperaturas superficiales entre el interior y el exterior de la fachada rehabilitada es mayor, lo que implica que hay menos influencia de las temperaturas exteriores.



CONTART

La superficie interior en la no rehabilitada tiene una media de 17°C y la superficial interior en la rehabilitada sube hasta 22°C.

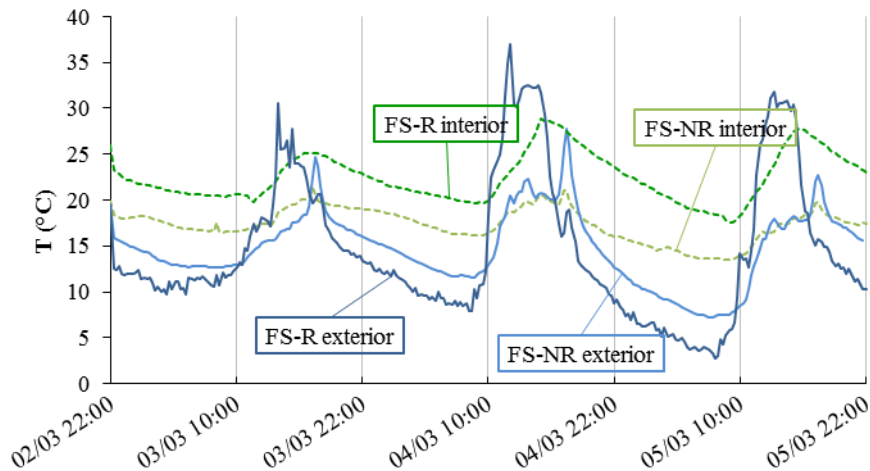


Figura 7. Temperaturas superficiales en la fachada sur, rehabilitada y no rehabilitada.

Es importante señalar la influencia de la radiación solar en la orientación sur, ya que provoca que las temperaturas superficiales del paramento suban, en ambos casos, y eso, a medida que pasan las horas, influye en la temperatura interior.

CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados obtenidos se puede decir que las diferencias entre las temperaturas superficiales exteriores e interiores es menor en la fachada no rehabilitada (3,6°C norte y 2,6°C sur) que en la rehabilitada (9,7°C norte y 7,9°C sur) y esto es debido a que la transmitancia disminuye aproximadamente un 75% con la colocación de SATE respecto a su estado original.

La diferencia entre la orientación de las fachadas también es un gran indicador de la eficiencia de este sistema, ya que la radiación solar influye en el calentamiento de los paramentos, como se puede observar en los resultados, donde las temperaturas más altas se alcanzan en la orientación sur tanto por el exterior como por el interior.

La obtención de datos experimentales aporta conocimiento al estudio *in situ* de este sistema de rehabilitación, con condiciones ambientales normales.

En conclusión, el sistema SATE ayuda a que las temperaturas superficiales interiores se mantengan independientes de las temperaturas exteriores, y su colocación en rehabilitación suponga un método óptimo para mantener las temperaturas interiores, y consecuentemente, conseguir un mayor ahorro energético.



REFERENCIAS

- [1] Parlamento Europeo y del Consejo. (2012). Directiva 2012/27/UE del parlamento Europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética. *Diario Oficial de la Unión Europea*. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/doue/2012/315/L00001-00056.pdf>
- [2] Alba-Rodríguez, M. D., Martínez-Rocamora, A., González-Vallejo, P., Ferreira-Sánchez, A., & Marrero, M. (2017). Building rehabilitation versus demolition and new construction: Economic and environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 66, 115-126. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2017.06.002>
- [3] Fernandes, C., De Brito, J., Oliveira Cruz, C., & Cruz, C. O. (2016). Architectural integration of ETICS in building rehabilitation. *Journal of Building Engineering*, 5, 178-184. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2015.12.005>
- [4] Alonso, C., Oteiza, I., García-Navarro, J., & Martín-Consuegra, F. (2016). Energy consumption to cool and heat experimental modules for the energy refurbishment of façades. Three case studies in Madrid. *Energy and Buildings*, 126, 252-262. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.04.034>
- [5] DB-HE. Spanish Technical Building Code (CTE), Spanish Technical Building Code (CTE) § (2017).