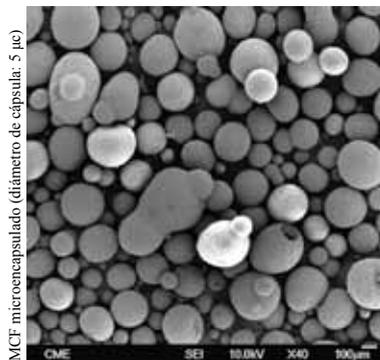


Innovación



MCF microencapsulado (diámetro de cápsula: 5 µm)

Aplicaciones arquitectónicas Materiales de cambio de fase

En climas con grandes diferencias térmicas estacionales y diarias los edificios necesitan almacenar energía (calor o frío) para mantener estable la temperatura interior y reducir el consumo. Es decir, necesitan dotarse de inercia térmica. Generalmente, la inercia térmica se ha resuelto con grandes espesores de materiales convencionales: piedra, tierra, cerámica, hormigón, etcétera. Hoy en día no podemos perder superficie útil, y resultan preferibles soluciones más ligeras, de menor espesor, y que pueden aportar la inercia térmica con materiales capaces de almacenar energía, no calentándose o enfriándose, sino cambiando de estado. Son los materiales de cambio de estado o de fase —MCF—, más conocidos por sus siglas en inglés: PCM (*Phase Change Materials*). El cambio de estado suele ser sólido-líquido y líquido-sólido, y en ese proceso almacenan o ceden el calor latente correspondiente al cambio de fase a temperatura constante.

Dado que el calor latente de cambio de estado suele ser alto, una de las grandes ventajas de los MCF reside en el hecho de que se puede almacenar grandes cantidades de energía térmica

ca en masas relativamente pequeñas y con muy pequeñas variaciones de temperatura. La acumulación de energía térmica en forma de calor latente ha supuesto la solución a la dificultad del aprovechamiento de algunos tipos de energía como, por ejemplo, las energías renovables irregulares (radiación solar o ventilación nocturna), que dependen de las condiciones meteorológicas. El cambio de estado y, por tanto, el intercambio de energía, se produce en algún elemento constructivo donde se ha depositado el MCF: suelo, techo o tabiquería. El MCF se integra en estos componentes macroencapsulado —es decir, en una capsula de gran tamaño—, microencapsulado —en una esferita de tamaño microscópico— o a granel, dentro de algún hueco impermeable dejado en el elemento constructivo.

Existen muchos tipos de MCF, clasificados en orgánicos e inorgánicos. Entre las sustancias orgánicas destacan las de origen parafínico y los ácidos grasos; entre las inorgánicas, los hidratos de sal. Dependiendo de la composición molecular de cada una de ellas, la sustancia tendrá una temperatura de cambio de estado y una capacidad de almacenamiento de calor latente o entalpía característicos que, junto con otras propiedades físico-químicas, la harán en mayor o menor grado más aprovechable que otras.

En la construcción, los MCF más empleados son los de origen parafínico, pues no son corrosivos, son altamente manipulables, y térmica y químicamente son más estables que otros, además de poseer un amplio rango de temperatura de cambio de estado.

En general, en un edificio con MCF tanto el aislamiento como la climatización pasiva mejoran de forma simultánea. La mejora del aislamiento térmico se produce cuando, al integrar el MCF

en un cerramiento, se crea una barrera que debe cambiar de estado antes de dejar pasar la energía al otro lado; esto supone retrasar el flujo de calor. La climatización pasiva se produce por aprovechamiento de la energía renovable que se almacena cuando llega al edificio, y se cede cuando hay demanda.

Las soluciones constructivas más habituales que integran MCF microencapsulado son los paneles de yeso laminado y los morteros de hormigón o cal. Macroencapsulado se puede encontrar en paneles de GRC, en suelos técnicos o en falsos techos. También se puede utilizar para absorber el calor residual de un sistema fotovoltaico, mejorando de ese modo su rendimiento; en este caso se emplearía a granel rellenando un hueco dejado detrás del panel.

Funcionamiento de los MCF

Una manera sencilla de explicar el funcionamiento de los MCF en un edificio bioclimático podría ser la que se describe a continuación. En condiciones de invierno, durante la mañana de un día frío, el MCF amanece sólido. En este caso la fuente de energía es el sol; por lo tanto, es necesario capturar la energía solar —aprovechando el diseño de la vivienda— a través de los huecos acristalados. A continuación, una vez que se ha procedido al almacenamiento de la radiación solar a temperatura constante licuándose el MCF, el sistema constructivo alcanza una temperatura cercana a la de cambio de estado. Al atardecer, cuando ya no es posible captar radiación solar, la temperatura del sistema comienza a disminuir hasta estar por debajo de la de cambio de estado del MCF. En ese momento se invierte el ciclo cinético y, a medida que la sustancia se solidifica, cede al exterior la energía acumulada, igualmente a temperatura constante. Las temperaturas de cambio de estado

más adecuadas serán aquellas ligeramente por encima de la temperatura de bienestar, es decir entre 21 y 25 °C. Si la temperatura es muy alta la sustancia podría no llegar a iniciar el proceso de licuación por no recibir suficiente energía, y si es muy baja cederá la energía a una temperatura excesivamente fría para resultar confortable.

En condiciones de verano el sistema trabaja de manera similar pero, si el objetivo de la integración es regular la temperatura en verano más que en invierno, es necesario elegir una sustancia que tenga una temperatura de cambio de estado más elevada, ya que el bienestar en verano se alcanza con temperaturas mayores. Dado que la fuente de energía será la ventilación nocturna, la temperatura de cambio de estado no podrá ser inferior que la del aire, es decir, si las temperaturas nocturnas no bajan de 20°C, la temperatura de solidificación tendrá que ser algo superior, pero nunca superar la de bienestar interior. Por ello las más recomendables son las que oscilan entre los 20 y los 24 °C. Por la mañana, el MCF solidificado se empieza a licuar, almacena el exceso de energía que penetra en el edificio y regula la temperatura ambiente, por lo que la temperatura interior será más fresca que en un caso convencional.

De este modo, para dar una respuesta óptima a las condiciones de verano e invierno se puede jugar con varias sustancias diferentes, combinándolas entre sí, o utilizar una sola con la temperatura de cambio de estado de 23 °C. En resumen, un sistema que integre MCF trabaja completando ciclos de almacenamiento y cesión de energía, de acuerdo con la temperatura del recinto donde se encuentre instalado, asegurando una gran estabilidad térmica, en volúmenes reducidos. *F. Javier Neila, Isabel Cerón y Consuelo Acha*



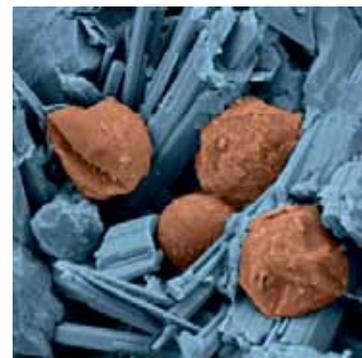
MCF parafínico en estado sólido (Rubitherm)



MCF macroencapsulado



Plástico con MCF (Magic Box, Solar Decathlon, 2005)



MCF parafínico microencapsulado (Micronal)