

El comportamiento del estándar Passivhaus en el verano mediterráneo

Dos años de monitorización de una rehabilitación Passivhaus en Barcelona permiten comprobar si un estándar concebido para el clima centroeuropeo mantiene el confort bajo el calor y la humedad del Mediterráneo.

El éxito de las viviendas pasivas en climas templado-fríos lleva más de veinte años documentándose a través de estudios teóricos y prácticos, y esta evidencia ha sido determinante en la difusión mundial del estándar Passivhaus. A medida que el estándar llega a latitudes más cálidas, sin embargo, vuelve a plantearse una pregunta legítima: si el conjunto de soluciones definido para el clima de Europa central garantiza la misma eficiencia bajo el calor y la humedad del clima mediterráneo.

Micheel Wassouf, pionero en la implantación del estándar Passivhaus en Cataluña y cofundador de Energiehaus, analizó esta cuestión a partir del funcionamiento real de una vivienda residencial durante el verano. Energiehaus participó en el proyecto como diseñadores Passivhaus y PAPIK Group ejecutó la construcción. El análisis ofrece una primera visión sobre si la casa pasiva funciona también en climas cálidos.

MZ House: una rehabilitación Passivhaus en Barcelona

MZ House es una vivienda unifamiliar de una sola planta situada en Barcelona, cerca de una vía muy transitada, la ronda de Dalt, y a unos 6 km de la playa. El clima mediterráneo típico de la ciudad registra una temperatura media de 24 a 25 °C en agosto, combinada con una humedad relativa media del 60 al 70%.

La vivienda es el resultado de un proceso de rehabilitación energética bajo los criterios Passivhaus. El edificio original, de 1918, partía de unas condiciones térmicas muy básicas: en invierno, la demanda de calefacción calculada con PHPP era de 171 kWh/m²a. Tras la intervención, esta demanda se redujo a 17,5 kWh/m²a, muy cerca del umbral Passivhaus. El grado de confort calculado para el verano se mantuvo en un 10% de frecuencia de sobrecalentamiento con 26 °C de referencia, y un 14,7% con 25 °C de referencia.

Envolvente y sistemas

La superficie útil es de aproximadamente 70 m². El salón comedor tiene vistas al jardín, orientado al noreste, con muy poca ganancia solar en invierno, y la fachada a la calle, con un edificio alto enfrente, solo contiene dos pequeñas aberturas. Para reforzar el cumplimiento del estándar se diseñó una claraboya orientada al suroeste. El aislamiento es de 14 a 18 cm en las paredes, 28 cm en el techo y 6 cm en el suelo.

Se instalaron marcos de ventana de madera de 90 mm (1,1 W/m²K) y vidrios dobles bajo emisivos (1,1 W/m²K, valor g de 0,58) adecuados para las condiciones de confort mediterráneas. La inercia térmica del edificio es muy baja, porque el aislamiento se colocó por el interior. El sistema de ventilación de doble flujo con recuperador de calor dispone de certificación Passivhaus y garantiza una calidad del aire interior excelente. Debido a la complejidad constructiva, la estanqueidad al aire alcanzó un valor N50 de 2,3/h.

Ocupación y estrategia de ventilación

Los usuarios son una familia de cuatro personas, muy conscientes del ahorro energético. Durante los dos años analizados, 2013 y 2014, la familia no ocupaba la vivienda durante seis semanas de verano, desde mediados de julio hasta finales de agosto, por lo que el análisis del confort se centra en los periodos de ocupación: junio, la primera mitad de julio y septiembre. La ventilación mecánica se mantenía en funcionamiento siempre que la casa estaba ocupada, con una tasa constante de 30 m³ por hora y persona. Por el uso intensivo del jardín, la gran ventana corredera se mantenía abierta durante el día, y en las noches de verano se practicaba una ventilación natural cruzada muy intensa. La claraboya aún no tenía protección solar exterior y se cubrió con un elemento provisional. El edificio no dispone de aire acondicionado.

Resultados medidos y análisis de los datos

La monitorización registró durante dos años las temperaturas interiores y exteriores, la humedad relativa y la concentración de CO₂, sin datos de radiación solar del lugar. La concentración de CO₂ no superó nunca los 1.000 ppm. La temperatura exterior media entre mayo y septiembre fue de 22,60 °C en 2013 y de 23,28 °C en 2014, frente a los 23,6 °C que los datos oficiales de PHPP asignan a Barcelona.

En el interior, la temperatura media de verano fue de 25,5 °C en 2013 y de 25,2 °C en 2014. La frecuencia de sobrecalentamiento por encima de 25 °C durante la fase de uso fue del 14,3% en 2013 y del 13,0% en 2014, muy cerca del 14,7% previsto por el PHPP. La coincidencia entre cálculo y medida es notable. El propietario, sin embargo, no se quejó de las temperaturas, sino de la elevada humedad relativa registrada en el interior durante el verano.

Modelo de confort adaptativo

Los datos se compararon con los resultados del estudio ASHRAE RP-884, que reúne más de 22.000 registros de 160 edificios en distintas zonas climáticas, la mayoría en climas cálidos. El estudio concluye, para edificios sin aire acondicionado, la fórmula de confort $T_{\text{conf}} = 18,9\text{ }^{\circ}\text{C} + 0,255 \times \text{temperatura exterior} \pm 2,5$, con una aceptabilidad del 90%. Conviene analizar las cifras con cierta precaución, porque parámetros como el nivel de vestimenta, el índice metabólico o la velocidad del aire no se conocen. Aun así, la comparación muestra un comportamiento térmico excelente: muy pocas horas superaron el umbral crítico de los 26 °C, tanto en 2013 como en 2014.

Comportamiento durante una ola de calor

La baja masa térmica planteaba una duda razonable sobre la respuesta de la casa ante un episodio de calor intenso. Siguiendo la norma ISO-EN 13790 se supuso una envolvente ligera con una constante de tiempo de 20 horas. El análisis de dos semanas críticas de cada verano muestra que el desfase de las temperaturas es de unas 5 horas, por debajo de las 10 horas que la norma EN-ISO 13786 establece como valor mínimo, y que el edificio responde a los cambios bruscos de temperatura en menos de 20 horas.

Conclusiones

A pesar de una constante de tiempo baja y un desfase térmico reducido, de tres a cinco horas, la vivienda se comporta de manera excelente en cuanto a las temperaturas interiores: solo superan el umbral de los 27 °C durante muy pocas horas. Merece la pena seguir estudiando si una masa térmica mayor amortiguaría mejor las oscilaciones del clima. La humedad relativa, en cambio, sí aparece como un factor a vigilar, tal como confirmaron los usuarios. No se trata, sin embargo, de un problema específico de la casa Passivhaus, sino de una condición propia de cualquier edificio expuesto a la humedad alta característica del Mediterráneo, un aspecto que en PAPIK Group tenemos presente desde el diseño de cada construcción.

El caso de MZ House muestra que el estándar Passivhaus mantiene el confort térmico estival también bajo el clima mediterráneo. El reto pendiente no es la temperatura, sino la gestión de la humedad.