

### ¿FUNCIONA LA CASA PASIVA TAMBIÉN EN VERANO?

El éxito del funcionamiento de las viviendas pasivas, en climas templado-frío, ya ha sido ampliamente demostrado en los últimos 20 años a través de diferentes estudios de investigación teóricos y prácticos.

La notoriedad del éxito de los resultados de estas experiencias han contribuido de forma fundamental al éxito y difusión del estándar Passivhaus en todo el mundo.

En la fase actual de difusión del estándar Passivhaus en diferentes climas, siempre surge la pregunta de si el “Set Solutions of Passivhaus” elaboradas para el clima de Europa central también garantiza una excelente eficiencia en diferentes climas de todo el mundo.

El presente análisis se realiza con el objetivo de ofrecer una primera visión del funcionamiento real de una casa pasiva residencial durante el verano en un clima mediterráneo. Desde Energiehaus hemos participado como diseñadores Passivhaus en esta vivienda.

Los resultados de este análisis se entienden como una pequeña contribución acerca de la pregunta: ¿Funciona la Casa Pasiva también en clima cálida?



Figura 1: MZ House; Arquitecto: Calderon Folch. Foto: Pol Viladoms

### DESCRIPCIÓN, LOCALIZACIÓN Y COMPORTAMIENTO DEL USUARIO

MZ House es una vivienda unifamiliar situada en Barcelona. La vivienda unifamiliar consta de una sola planta y está situada cerca de una carretera muy transitada (ronda de Dalt). La playa se encuentra unos 6 km de distancia de la vivienda.

El clima mediterráneo típico de Barcelona tiene una temperatura media de 24-25 °C en agosto, combinado con una humedad relativa media de 60-70%.

MZ House es el resultado de un proceso de rehabilitación bajo los criterios del estándar Passivhaus.

El edificio original, que data del año 1918, se encontró en unas condiciones térmicas muy básicas. En invierno tenía una demanda de calefacción de 171 kWh / m<sup>2</sup>a, según PHPP. Después de la rehabilitación, esta demanda se redujo a 17,5 kWh/m<sup>2</sup>a, cumpliendo así casi con los criterios Passivhaus. El grado de confort calculado durante el verano (antes y después de la rehabilitación) se mantuvo en un 10% de frecuencia de sobrecalentamiento, con 26°C como referencia, y 14,7% con 25°C como temperatura de referencia.

La vivienda consta de 70m<sup>2</sup> superficie útil aproximadamente. El salón comedor está orientado hacia el jardín (en el noreste), con muy pocas ganancias solares en invierno. La fachada a calle contiene dos pequeñas aberturas. Tiene un edificio alto en frente..

Para reforzar y alcanzar los criterios de construcción según el estándar Passivhaus, se diseña un lucernario con orientación al sudoeste. El aislamiento en paredes es entre 14-18 cm, en el techo 28 cm y el aislamiento en suelo es de 6 cm

Se instalan marcos de ventanas de madera (90 mm; 1,1 W/m<sup>2</sup>k) y ventanas con doble acristalamiento con vidrio bajo emisivo (1,1 W/m<sup>2</sup>k; valor g 0,58) adecuado para las condiciones de confort del clima Mediterráneo.

La inercia térmica del edificio es muy baja, debido a la colocación del aislamiento térmico por el interior del edificio.

El sistema de ventilación HRV dispone de una certificación Passive House, de doble flujo con recuperador de calor que garantiza una excelente calidad del aire interior en la vivienda.

Debido a las complejas condiciones constructivas, la estanqueidad al aire alcanza “solo” un valor de n50 de 2,3/h. Los usuarios del edificio son una familia de cuatro personas, muy conscientes de las medidas de ahorro de energía. En los dos años analizados, 2013 y 2014, la familia no utilizaba la vivienda durante 6 semanas en los meses de verano (mediados de julio hasta finales de agosto), por lo que el análisis del confort se centra en el periodo de ocupación de la vivienda: junio, primera mitad de julio y septiembre. En cuanto a la estrategia de ventilación, la ventilación mecánica se mantiene en funcionamiento, siempre que la vivienda estaba ocupada. La tasa de renovación de aire constante es de 30 m<sup>3</sup> por hora y persona. Debido al uso intensivo del jardín, los niños mantienen abierto la gran ventana corredera (elevadora) hacia el jardín a lo largo del día (vacaciones escolares). En las noches de verano, se realiza una ventilación natural cruzada muy intensa. El nuevo lucernario no tenía aún instalada la protección solar externa, por lo que se cubrió con un elemento provisional. El edificio no dispone de aire acondicionado.

## RESULTADOS MEDIDOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se registran dos años de monitorización de las temperaturas internas y externas, así como de la humedad relativa y la concentración de CO<sub>2</sub>. No se dispone de datos sobre la radiación solar del sitio. Durante el tiempo de análisis, la concentración de CO<sub>2</sub> nunca supera los 1000 ppm de CO<sub>2</sub>.

Se debaten las siguientes dudas sobre el confort durante el verano, siempre durante la fase de uso de la vivienda:

- Funcionamiento general durante el verano (frecuencia de sobrecalentamiento)

El promedio de temperatura exterior entre mayo y septiembre durante 2013/14 fue de 22,60 / 23,28 °C, mientras que los datos oficiales de PHPP para la ciudad de Barcelona son 23,6°C.

La temperatura interior analizada en verano tiene un promedio de 25,2°C durante 2014 y de 25,5°C durante 2013. La frecuencia de sobrecalentamiento correspondiente por encima de 25°C durante la fase de uso (aquí todo el año) es del 13,0% en 2014 y del 14,3% en 2013.

Este resultado demuestra que el edificio se comportó de modo muy similar a los cálculos teóricos realizados con el PHPP (14,7%). Curiosamente, el propietario no se quejó de las altas temperaturas, sino de la alta humedad relativa registrada dentro del edificio, en época de verano.

- Modelo de confort adaptativo

Los datos recopilados se organizaron y compararon siguiendo los resultados del estudio ASHRAE RP-884. Este estudio utiliza más de 22,000 datos de 160 edificios en diferentes zonas climáticas, la mayoría de ellos ubicados en climas cálidos. Como conclusión, el estudio concluye en la siguiente fórmula, resultando una aceptabilidad del 90% (edificios sin AC):  $T_{conf} = 18,9 \text{ °C} + 0,255 * \text{temperatura exterior} \pm 2,5$ .

Los diferentes parámetros de confort, como son el nivel de vestimenta, el índice metabólico o la velocidad del aire no se conocen para el uso de esta comparativa, por lo que las cifras presentadas deben analizarse con cierta precaución.

En la Figura 2, se muestran las temperaturas de la habitación en función de las temperaturas exteriores, también los límites superiores e inferiores de ASHRAE-RP-884 y la propuesta de la PHI para el límite superior de confort. Se observa un excelente comportamiento de las temperaturas del edificio. El gráfico muestra que muy pocas horas han superado los críticos 26°C. La misma situación se detecta en el verano de 2014 (Figura 3).

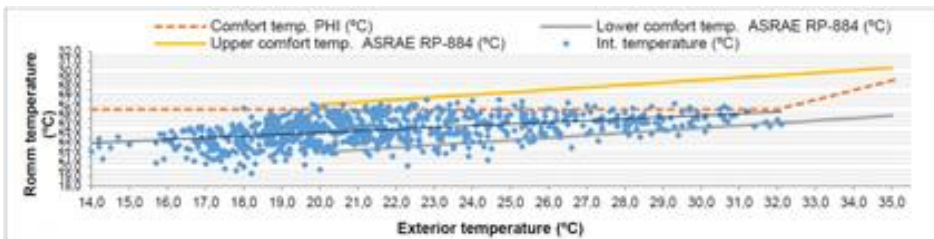


Figura 2. Temperaturas ambientales registradas en el verano de 2013, durante la ocupación de la vivienda

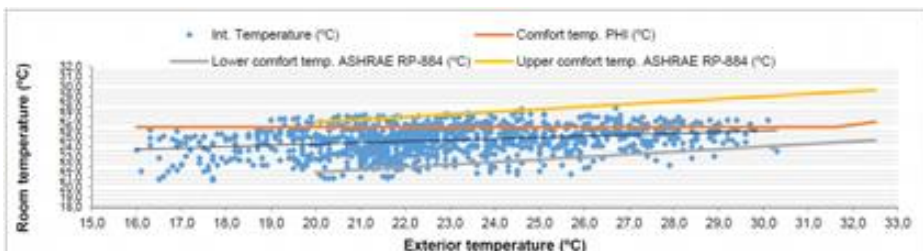


Figura 3. Temperaturas ambientales registradas en el verano de 2014, durante la ocupación de la vivienda

- ¿Qué sucede durante una ola de calor durante el verano?

El edificio no tiene masa térmica, como se indicó anteriormente. Siguiendo ISO-EN-13790, se supone una envolvente ligera con una constante de tiempo de 20 horas. Por lo tanto, se analizan más profundamente dos semanas durante el verano de 2013 y 2014: la Figura 4 muestra que la fase de desplazamiento de las temperaturas es de aproximadamente 5 horas, en comparación con lo que EN-ISO-13786 sugiere como valor mínimo de 10 horas. Durante el período analizado, notamos que el edificio responde a cambios bruscos de temperatura en menos de 20 horas. El mismo fenómeno se repite para el año 2014 (ver Figura 5: 13 de septiembre).

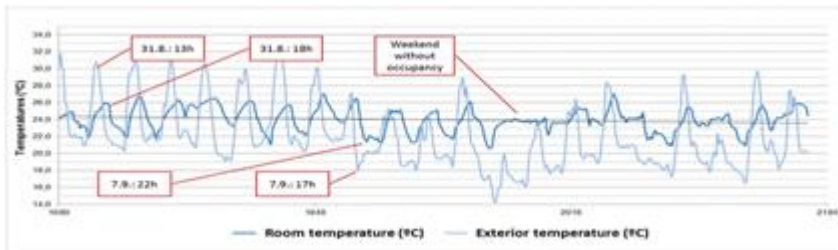


Figura 4. Temperatura de la habitación durante dos semanas en el verano 2013

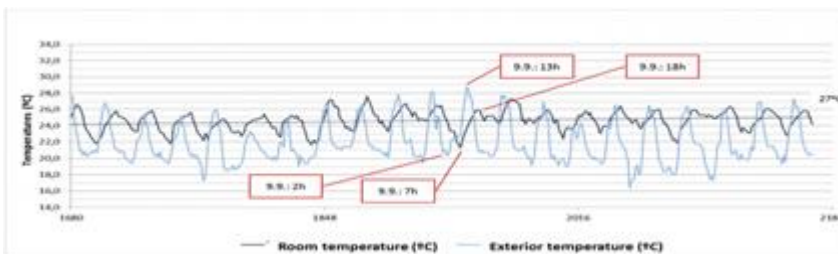


Figura 5. Temperaturas de la habitación durante dos semanas en el verano de 2014

## CONCLUSIONES

A pesar de que la constante de tiempo del edificio es baja (valores reales), y el desfase de las temperaturas es muy reducido (3-5 horas), curiosamente la vivienda funciona excelentemente en lo concierne las temperaturas ambientales. La figura 8 muestra que las temperaturas solo superan el límite de 27 °C en muy pocas horas. Sin embargo, es interesante estudiar más a fondo si una mayor masa térmica podría amortiguar mejor las oscilaciones del clima y mejorar así el comportamiento del edificio. También la humedad relativa parece ser un problema que debe estudiarse con más detalle. Como se muestra en el gráfico inferior, en la casa MZ hay un periodo donde los límites de confort están superados. Este hecho fue confirmado por los usuarios, que indicaron una sensación de humedad demasiado alta en el interior de la vivienda en época de verano. De todos modos, este problema no es un problema específico de la vivienda Passivhaus, sino suele ocurrir en cualquier edificio expuesto a la humedad alta que es característica para la zona del Mediterráneo.

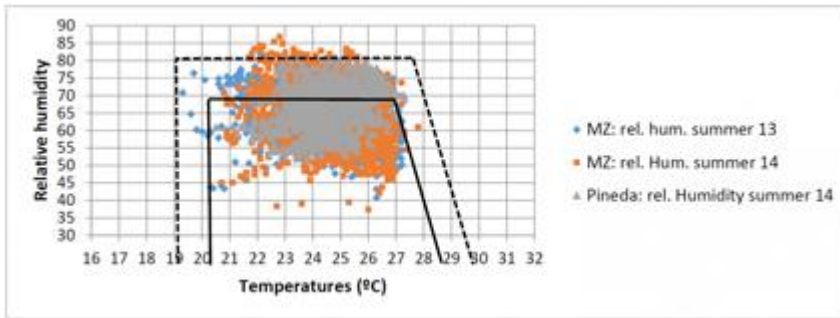


Figura 6. Límites de confort en función de las temperaturas internas y la humedad relativa. (Pineda ref. humidity summer, no se incluye en este artículo)

**Autor:**

Micheel Wassouf, Energiehaus; Arquitecto Experto Passivhaus

**Más información del artículo publicado:**

<http://www.energiehaus.es/comportamiento-del-estandar-passivhaus-en-el-verano-mediterraneo/>

**Traducción del artículo escrito para:**

[https://passipedia.org/examples/residential\\_buildings/single\\_-\\_family\\_houses/southern\\_europe/palau\\_passive\\_house\\_barcelona\\_spain](https://passipedia.org/examples/residential_buildings/single_-_family_houses/southern_europe/palau_passive_house_barcelona_spain)