



Casa pasiva en un clima mediterráneo

Autor: Josep Bunyesc Palacín

Institución: Asociación Sostenibilidad y Arquitectura (ASA)

Resumen

Con la construcción de una casa entre medianeras en Lleida, siguiendo el estándar de Passive House o Minergie plus y su sistema de monitorización podemos estudiar cómo se comporta la casa, tanto en invierno como en verano en un clima mediterráneo. Es una construcción ligera con estructura de entramado de madera de baja inercia térmica, pero muy bien aislada gracias a la lana de oveja local durante el caluroso verano.

Con este ejemplo también comprobamos los efectos climáticos de un patio semi abierto. Durante el invierno, la temperatura es entre 2 y 3 °C más alta que en el exterior y durante el verano, la parte inferior está más fresca que la calle.

Este edificio tiene una gran eficiencia energética; los resultados muestran un consumo de menos de 10 kWh/m² por año. Estos datos se han obtenido a partir de la toma de datos durante dos años tanto de frío como de calor. Los buenos resultados se deben al grosor del aislamiento que está entre los 18 y los 28 cm, los cristales de baja emisión y la buena orientación. El coste de la calefacción de la casa y la oficina es de unos 200 € al año, aunque todavía no tiene ninguna casa adyacente.

El sistema de construcción basado en el uso de la madera y la lana de oveja como aislante, materiales de origen orgánico, 100% renovables, permiten que sea un edificio sostenible con una energía gris muy baja.

El balance de emisiones de CO₂ en todo el edificio es neutro, porque la madera almacena, proporcionalmente, la misma cantidad de CO₂ que se ha generado en la obtención de otros materiales de construcción.

Este método de construcción se ajusta y contribuye a las ambiciosas directrices de conseguir lo que el plan europeo pide a medio plazo: la reducción drástica de las emisiones a través de la construcción y el ahorro energético.

Palabras claves: sostenible; pasiva; consumo; lana

Introducción

La pregunta es cómo se comporta en Lleida un sistema constructivo ligero de entramado de madera con poca inercia térmica y muy aislado con lana de oveja local, durante el caluroso verano, siguiendo el estándar PassivHouse o Minergie plus y su sistema de monitorizado.

Método

Para evaluar el comportamiento pasivo del edificio, una vez finalizada a obra en septiembre de 2009, se colocaron 4 sensores de temperatura mientras en la casa vivían 2 adultos y 2 niños.

El primer objetivo es evaluar el comportamiento pasivo del clima interior de una casa entre medianeras construida con una estructura ligera de madera y aislamiento de lana de oveja con gruesos de 18cm en los muros, con una $U=0.2\text{Wm}^2\text{K}$, i 28cm en la cubierta, con una $U=0.16\text{Wm}^2\text{K}$, pero poca inercia térmica. La carpintería es una combinación de ventanas de madera y doble cristal bajo emisivo con una $U=1.5\text{Wm}^2\text{K}$.

El segundo objetivo es evaluar el comportamiento de un patio semi-abierto y cómo afecta al interior de la casa.

Contenido

Está demostrado que un sistema de construcción ligero i bien aislado funciona de manera óptima durante el invierno para reducir la demanda de calefacción en los edificios.

A partir de la construcción de una casa en Lleida, hace 2 años, siguiendo los criterios del Passivhaus alemán o Minergie plus, queremos conocer el comportamiento de este tipo de edificios en condiciones cálidas durante el verano.

Este ejemplo también comprueba el efecto climático de un patio semi-abierto en invierno y en verano. Durante el invierno la temperatura está entre 2 y 3 °C más alta que en el exterior y durante el verano la parte baja está más fresca en relación a la temperatura exterior.

Se trata de una vivienda unifamiliar entre medianeras de planta baja, primera planta y sótano destinada a vivienda y despacho. Aunque la parcela es estrecha y larga, el proyecto intenta abrirse el máximo hacia el sud para capturar la energía solar, pasiva y gratuita, pero a la vez hace falta protegerse durante el verano.



*Vista del sud de la casa sin la protección solar.
Estructura de madera y aislamiento de lana de oveja*

El patio central crea una nueva fachada sur interior que permite distribuir la energía solar a través de toda la casa y evita la típica situación en ésta tipología que de una cara soleada y la otra oscura. El patio y las escaleras articulan las circulaciones dentro de la casa y crean unas vistas cruzadas interiores que permiten entrelazar visualmente las actividades de los diferentes niveles, creando una relación interesante.

El **sistema constructivo** usado está formado por paneles de madera autoportantes que contienen aislamiento de lana de oveja en su interior, un panel OSB como acabo interior y un tablero transpirable en la cara exterior para evitar condensaciones y eliminar los puentes térmicos.

Estos paneles prefabricados previamente en taller con precisión y con una estricta planificación, se montan en la obra con mucha facilidad y rapidez de lo que deriva un sistema constructivo competitivo con una durada de la obra inferior a 5 meses.

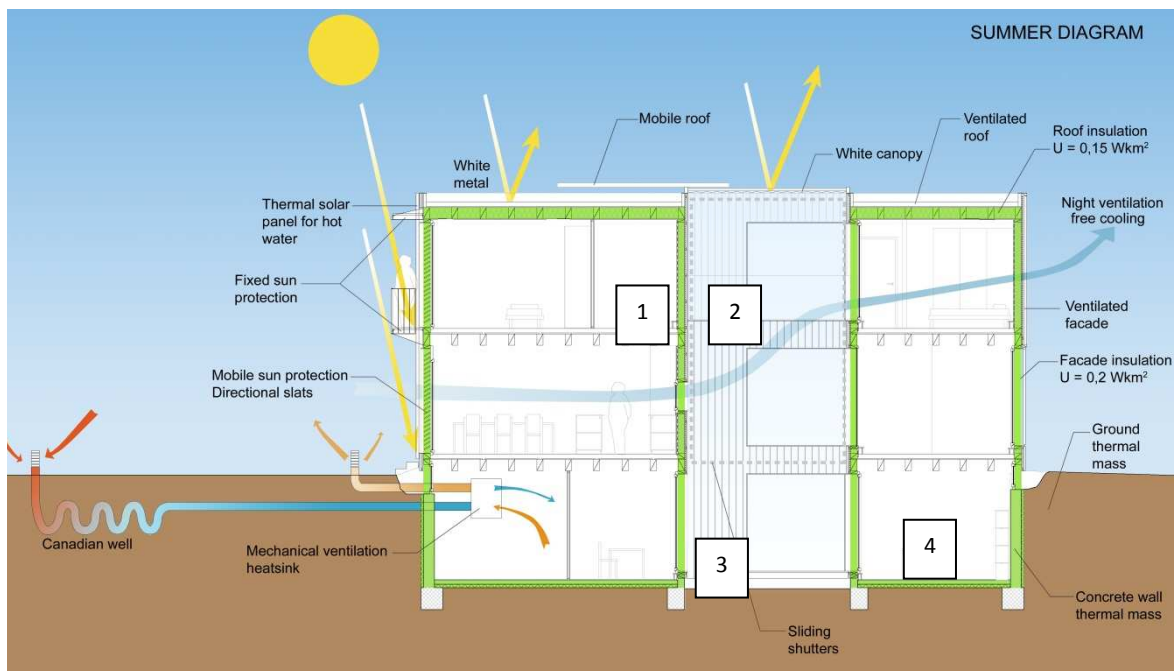


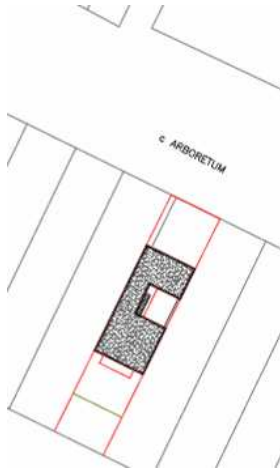
Gráfico bioclimático en verano y posición de los sensores de temperatura.

1: sensor interior habitaciones; 2: parte alta del patio; 3: parte baja del patio; 4: despacho arquitectura.

Es un edificio de una gran eficiencia energética; los primeros 2 años el consumo fue de $10\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ año})$ y el último invierno fue de $8\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ año})$, sólo para calefacción ya que no hay ningún sistema activo de refrigeración gracias al grueso de aislamiento de 18 y 28cm, cristales bajo emisivos y buena orientación. El consumo en calefacción de la casa y el despacho está en los 200€ al año y aun no están construidas las casas adosadas vecinas. Es interesante evaluar el comportamiento en verano de la construcción ligera, con baja inercia térmica y bien aislada, en un clima mediterráneo.

La superficie utilizada para estos datos es de 175.7m^2 . De hecho, tenemos que felicitar los resultados de PHPP porque son mucho más realistas que otros programas de obligatorio cumplimiento en España.

Este sistema constructivo basado en el uso de la madera y el aislamiento de lana de oveja, materiales de origen orgánico y 100% renovables, permite que sea un edificio **sostenible** con una energía gris muy baja. El proceso de preparación de la lana a nivel de emisiones de CO_2 , por ejemplo, es 10 veces inferior al de un poliestireno. El balance de emisiones de CO_2 del edificio es neutro ya que la madera almacena proporcionalmente la misma cantidad de CO_2 que se ha generado en la obtención de otros materiales de construcción y su puesta en obra.



Planta cubierta



Vista del interior del patio

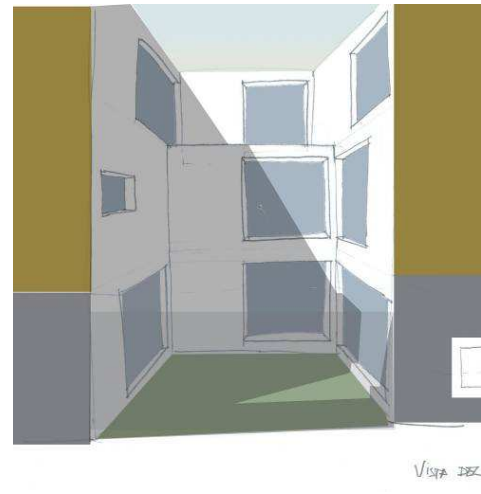


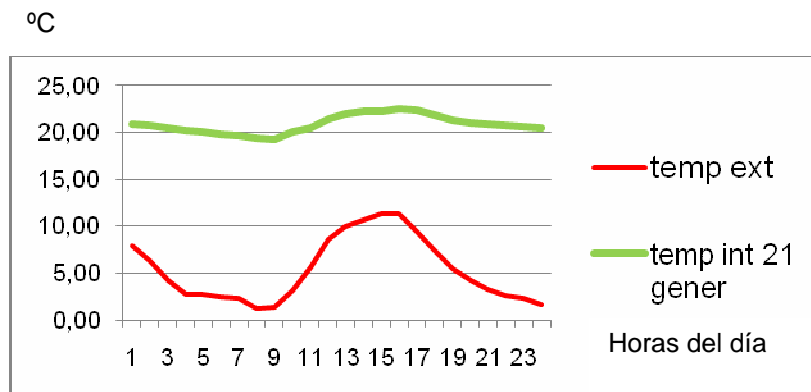
Imagen de la idea de patio

Esta construcción se adapta y contribuye a hacer realidad las ambiciosas directrices y previsiones europeas de reducir drásticamente las emisiones de los edificios y de ahorro de energía. Aquí presentamos una opción sencilla y asequible para hacer realidad estos objetivos de eficiencia energética y ahorro de recursos a nivel global.

Resultados

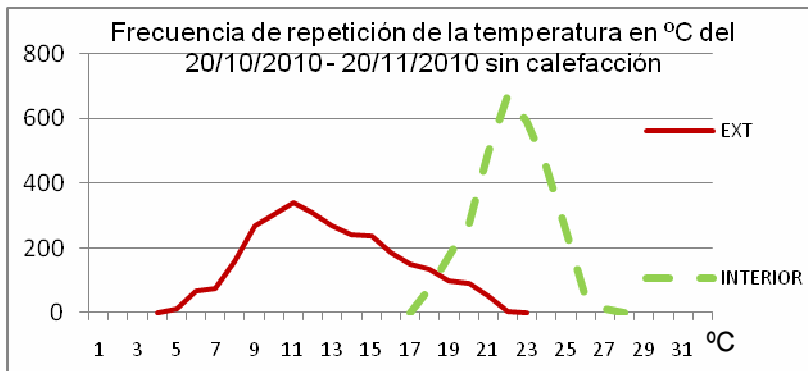
La evolución de la temperatura interior durante primavera y otoño está dentro de la zona de confort sin ningún tipo de energía de refuerzo. Durante el invierno, puntualmente, hace falta aportar energía con un total de 10kw/h.m² año a un coste de 1€/m² anual.

Se constata que durante primavera y otoño la temperatura interior está siempre en la zona de confort mientras que la temperatura exterior está la mayor parte del tiempo por debajo de la temperatura de confort. Esta temperatura media, siempre superior en el interior, se consigue con las aportaciones solares directas e indirectas y también con las ganancias internas por el uso cotidiano de la vivienda y el despacho.



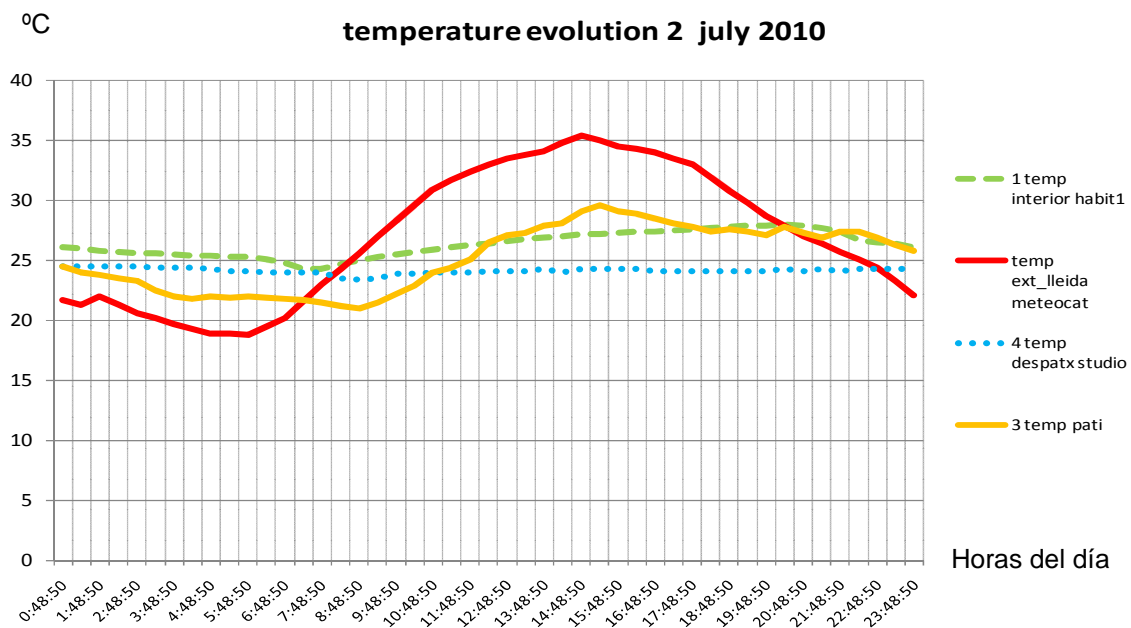
Gráfica de la evolución diaria de la temperatura el 21 de enero de 2010, un típico día de invierno, sin calefacción.

Repeticiones



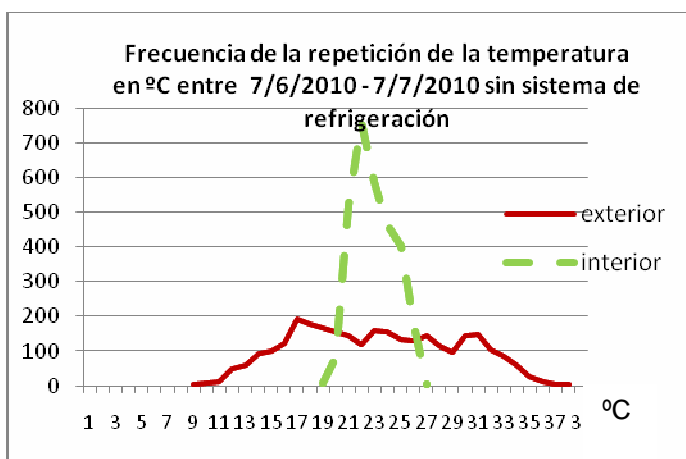
Gráfica de la frecuencia de repetición de la temperatura cada 30 minutos en noviembre de 2010, sin calefacción.

Durante el verano, que es cálido y seco con un gran salto térmico exterior entre 19°C por la noche y 37°C durante el día, la temperatura interior en la parte superior de la casa oscila entre los 23 y 27°C. La poca inercia térmica hace que el edificio sea sensible a las aportaciones internas y externas, de manera que para mantener todo el verano la temperatura de confort interior hace falta prestar especial atención a prevenir que entre la radiación solar en el interior y tener una ventilación cruzada durante la noche. De esta forma se podrá conseguir una temperatura media interior inferior comparada con la temperatura media exterior. Sin embargo, aunque se tenga mucho aislamiento o mucha inercia térmica sin un sistema activo de ventilación durante la noche, la temperatura interior del edificio irá alcanzando gradualmente la temperatura media exterior que se acerca a los 30°C durante 20 días consecutivos.



Gráfica de la evolución de la temperatura diaria el 2 de Julio de 2010, un típico día de verano.

En la gráfica superior se puede observar que hay una zona de confort muy estable que corresponde al sótano, con mucha más inercia térmica que el resto por el efecto regulador de la tierra por estar enterrado y el hecho que el aire frío siempre baja y se queda en la parte inferior.



En esta gráfica se puede ver la evolución de la temperatura durante un mes de verano (08/06/2010 - 08/07/2010). La temperatura, tomada cada 30 minutos, es inferior que en el exterior y la mayor parte del tiempo está dentro de la zona de confort.

De acuerdo con los resultados del PHPP, la frecuencia de sobrecalentamiento por encima de los 26°C es el 18% y por encima de los 27°C, el 3%. Los 27°C son raramente superados con la ventilación cruzada durante la noche y cerrando la casa durante el día, protegiéndola del sol. Por esta razón, no es necesario instalar un sistema activo de refrigeración, aunque el suelo radiante también puede utilizarse para refrescar levemente.

Si queremos ser más exigentes y no queremos tolerar una temperatura cálida en ningún momento, es posible instalar un sistema activo de refrigeración que tendría que ser capaz de mantener la temperatura dentro de la zona de confort con un bajo consumo. Por ejemplo, la energía necesaria para el sistema de refrigeración podría provenir de la energía solar, porque es durante las horas de más calor cuando tenemos más energía solar que debe ser aprovechada. La ventaja es la pequeña cantidad de frío que necesitamos.

Además, se puede observar que no hay correspondencia entre la temperatura más alta exterior y la interior que se explica con el tiempo que necesita la temperatura exterior en cruzar los muros hasta el interior.

En un segundo estudio, vimos la influencia del patio como espacio de transición entre el interior y el exterior.



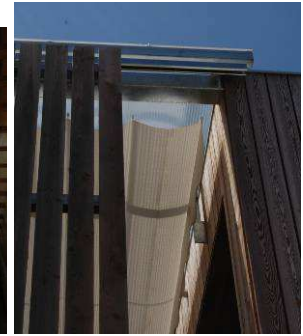
1

Imagen 1: Patio en el despacho del sótano



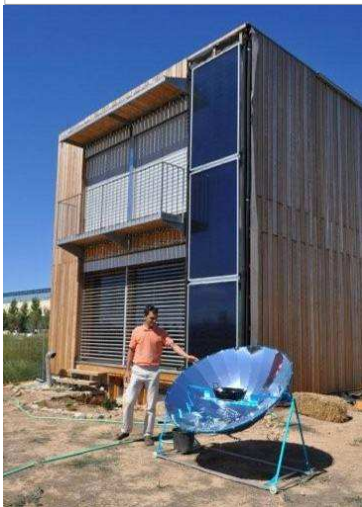
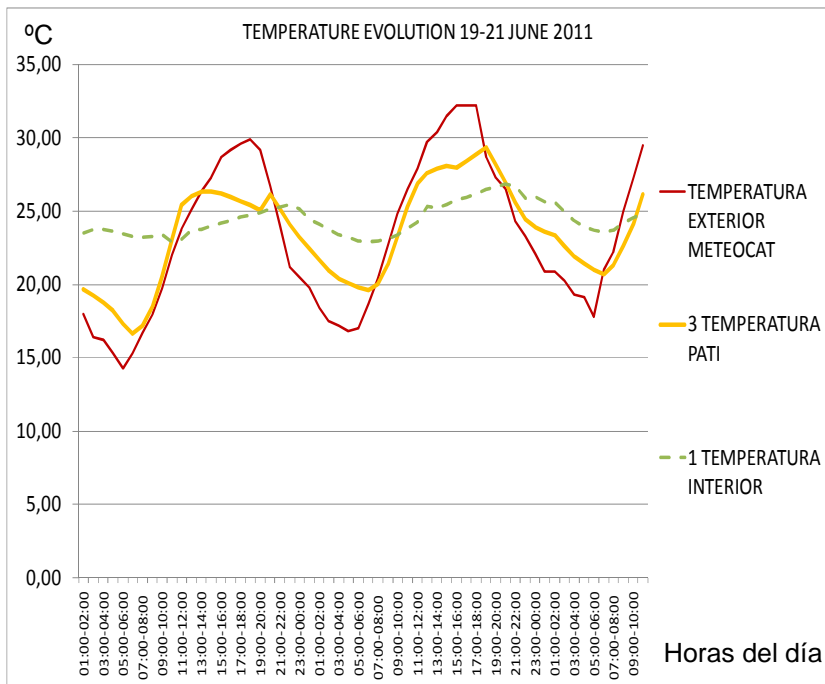
2

Imagen 2: Patio en la planta baja



3

Imagen 3: dos sistemas móviles diferentes para proteger el patio: un porticón deslizante y un toldo en la cubierta.



Gráfica de las temperaturas interiores, exteriores y del patio en junio de 2010.

Cocina solar, ideal para ahorrar energía y evitar ganancias internas en verano.

En el gráfico superior se puede observar que la temperatura del patio, en verano, no es la misma que en el exterior: en el patio van de 21°C a 31°C mientras que en el exterior oscilan de 19°C a 36°C. Éste hecho es importante para observar que los grandes ventanales del patio no están sometidos a grandes ganancias exteriores.

En invierno, el porticón deslizante ubicado en la fachada sur (imagen 3) está abierto durante el día para dejar entrar la luz del sol en el patio y se cierra durante la noche para proteger el espacio interior, pero es permeable lo que permite que el aire pueda circular.

Se constata que durante las noches de invierno, la temperatura del patio es 2 o 3°C superior que en el exterior. Por ejemplo, 0°C y no -2°C, parece insignificante pero permite reducir sobre el 20% las pérdidas del patio durante la noche y representa una disminución del 10% de las pérdidas durante la noche de todo el edificio (el patio es la parte más abierta).

Si se mejorara la estanquidad al aire del cerramiento del patio, aun no estando aislado, se mejoraría el efecto protector y estabilizador de la temperatura del patio.

Conclusión

Una construcción ligera con un buen aislamiento permite un gran ahorro energético durante todo el año: si tomamos las precauciones necesarias para asegurar que el sol no entre directamente y tenemos un sistema de ventilación, podemos mantener la temperatura confortable durante un verano caluroso.

Las viviendas pasivas necesitan unos usuarios activos para su buen funcionamiento.

Los espacios semi-exteriores como los patios o los sistemas móviles o vegetales de protección solar son recursos de la arquitectura tradicional mediterránea que tenemos que aplicar e interpretar para ayudarnos a suavizar las condiciones extremas exteriores y permitir que los edificios funcionen bioclimáticamente mejor.