

DHW + PV: Use of self-consumption photovoltaic surpluses to generate domestic hot water

ACS + FV: Aprovechamiento de excedentes de fotovoltaica de autoconsumo para la generación de agua caliente sanitaria

OLIVER STYLE

Praxis Resilient Buildings
oliver@praxis-rb.com

VICENÇ FULCARÀ

Progetic.
vfulcara@progetic.com

BEGA CLAVERO

Praxis Resilient Buildings
bega@praxis-rb.com

The implementation of a self-consumption photovoltaic installation in a single-family house with Passivhaus Classic certification is presented. In this case the surpluses of photovoltaic production are diverted to an electrical resistance in the Sanitary Hot Water tank. The system converts electrical energy that is not self-consumed in the home, into thermal energy in the DHW tank for later use. Consumption derived from ACS is often higher than air conditioning in a Passive House, so a solution of this type reduces the energy bill and takes advantage of a renewable energy source to produce hot water, avoiding many of the maintenance problems that solar thermal energy systems usually suffered.

Photovoltaic, Domestic hot water, Passivhaus, NZEB.

Se presenta la implementación de una instalación fotovoltaica de autoconsumo en una vivienda unifamiliar con certificación Passivhaus Classic, en donde se desvían los excedentes de la producción fotovoltaica a una resistencia eléctrica en el depósito de Agua Caliente Sanitaria. El sistema convierte la energía eléctrica que no se autoconsume en la vivienda, en energía térmica en el depósito de ACS para su uso posterior. Los consumos derivados del ACS son a menudo superiores a los de climatización en una Passivhaus, así que una solución de este tipo reduce la factura energética y aprovecha una fuente de energía renovable para producir agua caliente, evitando muchos de los problemas de mantenimiento que suelen sufrir los sistemas de energía solar térmica.

Fotovoltaica, ACS, Passivhaus, Edificios de consume casi nulo.

1. INTRODUCCIÓN

En comparación con edificios convencionales, los edificios Passivhaus monitorizados demuestran una reducción muy importante en los consumos de climatización y electricidad [1]. Este hecho mejora la viabilidad económica de generar energía renovable in-situ con la fotovoltaica, ya que se necesita un generador de menor potencia y menor superficie en cubierta, que siempre es un limitante. A la vez, la reducción de los consumos de calefacción y refrigeración también pone en relieve la importancia de atacar el consumo de Agua Caliente Sanitaria, con las altas pérdidas que conlleva su producción, almacenamiento, distribución y recirculación [2]. En un país con un recurso solar inmenso, volcar los excedentes de la producción fotovoltaica de autoconsumo a una resistencia eléctrica en el depósito de ACS es una manera de aumentar el aprovechamiento de la fotovoltaica y reducir la factura por ACS usando

energías renovables. Se presenta la implementación de esta solución en una vivienda situada en la ciudad de Girona, diseñada por Tigges Architekt y Energiehaus Arquitectos, que consta de 181 m² de superficie útil. La obra se terminó en agosto del 2017, recibiendo la certificación Passivhaus Classic en diciembre del mismo año (Figura 1a y Figura 1b).



(a)



(b)

Fig. 1. (a) vista de la fachada sur de la vivienda y (b) vista de la fachada este de la vivienda.

2. METODOLOGÍA

2.1 EL ACS, SUS PÉRDIDAS Y LA FACTURA ENERGÉTICA

Aún con un sistema de ACS bien diseñado, altamente aislado y correctamente ejecutado, las pérdidas siguen siendo importantes. Se ha realizado una serie de cálculos con el PHPP de la vivienda, para determinar las demandas, los consumos (tomando en cuenta el rendimiento de la bomba de calor) y la factura energética. Para el cálculo de la factura energética, el precio ponderado de la energía de la red se ha calculado en 0,21 €/kWh. Adicionalmente, se ha hecho un análisis de la demanda de ACS y las pérdidas por categoría. La Tabla 1, Tabla 2, y Figura 2 y Figura 3 muestran los resultados.

Se aprecia que el consumo de ACS aparece como el segundo más importante, un 34 % del total. Respecto a la demanda de ACS y las pérdidas, tan solo un 33% se debe a la demanda propiamente, y 67 % a las pérdidas, de lo cual un 44 % es por la recirculación, un 18 % por las tuberías individuales, y un 5 % por el depósito. El consumo total anual previsto para ACS es de 1.764 kWh, siendo una media de 147 kWh/mes.

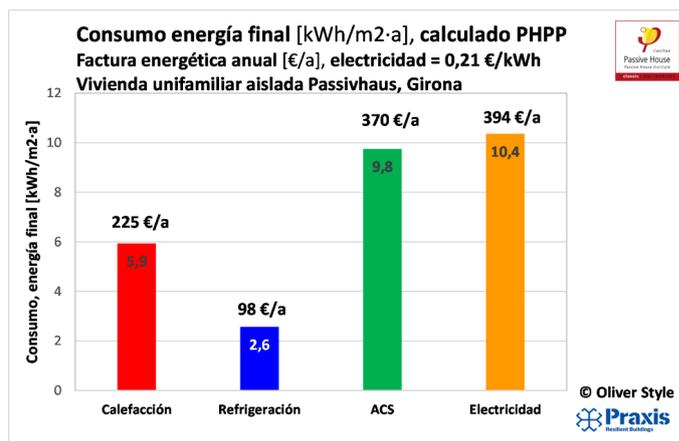


Fig. 2. Consumo de energía final & factura energética por categoría, calculado con el PHPP.

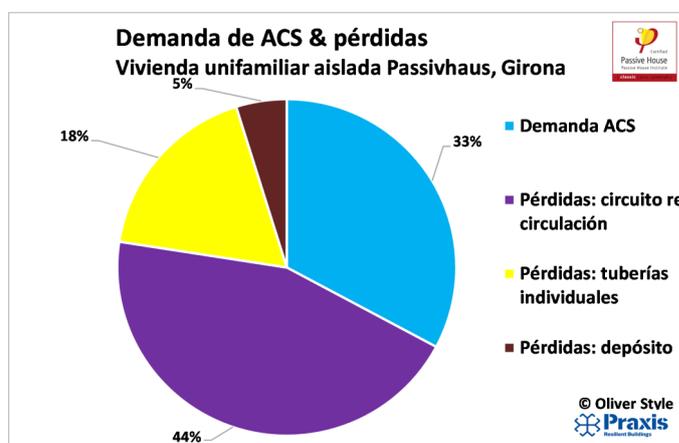


Fig. 3. Demanda de ACS y pérdidas.

	Demanda [kWh/m ² ·a]	Consumo [kWh/m ² ·a]	Consumo [kWh/a]	Factura [€/a]	Factura [% del total]
Calefacción	9,2	5,9	1073	225	21%
Refrigeración	3,3	2,6	465	98	9%
ACS	27,1	9,8	1764	370	34%
Electricidad	10,4	10,4	1875	394	36%
TOTAL	50,0	28,6	5176	1.087	100%

Tabla 1. Demanda, consumo y factura energética prevista por categoría, según el PHPP.

	kWh/m ² ·a	%
Demanda ACS	9	33%
Pérdidas: circuito recirculación	12	45%
Pérdidas: tuberías individuales	5	18%
Pérdidas: depósito	1	5%
Demanda total ACS	27	

Tabla 2. Demanda de ACS y pérdidas, según el PHPP.

2.2 FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO CON PRODUCCIÓN DE ACS

El sistema que incorpora lo siguiente: un generador fotovoltaico con 12 módulos policristalinos de 265 W potencia nominal y una potencia pico de 3,18 kW_p, inclinados a 17°, orientados perfectamente a sur (Figura 3a). El inversor es de 3kW (Figura 3b).

El principal equipo de producción de ACS es una bomba de calor aire-agua de 6kW de potencia nominal, con un depósito de ACS de 500 litros, y una resistencia eléctrica de 3 kW (Figura 4a). La producción de ACS es instantánea.

Hay un sistema de control que monitoriza el consumo de electricidad de la casa y la producción fotovoltaica (Figura 4b), enviando excedentes de la producción que no se consume de manera instantánea, a la resistencia eléctrica en el depósito de ACS. La potencia de la resistencia se modula a través de un regulador de tensión, debido a que la potencia de salida del generador fotovoltaico varía continuamente según el nivel de radiación solar, y el excedente disponible depende del consumo de electricidad momentáneo de la vivienda.



Fig. 3. (a) Vista del generador fotovoltaico de 3,18 kWp y (b) Inversor de 3kW.

2.3 DATOS DE MONITORIZACIÓN

Los datos de monitorización para el año 2019 se muestra en la Tabla 1. Se puede constatar que se generó un 35% del consumo total con la fotovoltaica, y un 17% del consumo total se desvió para la producción de ACS. La Figura 6 muestra la evaluación horaria durante el día 3 de junio, de la generación fotovoltaica, la producción de ACS con los excedentes de la fotovoltaica, y el consumo eléctrico total la vivienda. La Figura 7 muestra lo mismo para el día 5 de junio, pero se aprecia además la temperatura del agua del ACS en el depósito, y el consumo de la bomba de calor.



Fig. 4. (a) Unidad exterior, unidad interior & depósito de ACS con resistencia eléctrica de 3 kW y (b) Cuadro de control y domótica.

	kWh/a	%
Consumo eléctrico 2019	7947	100%
Generación fotovoltaica 2019	2751	35%
Generación FV para ACS 2019	1331	17%

Tabla 3: Datos de monitorización del 2019.

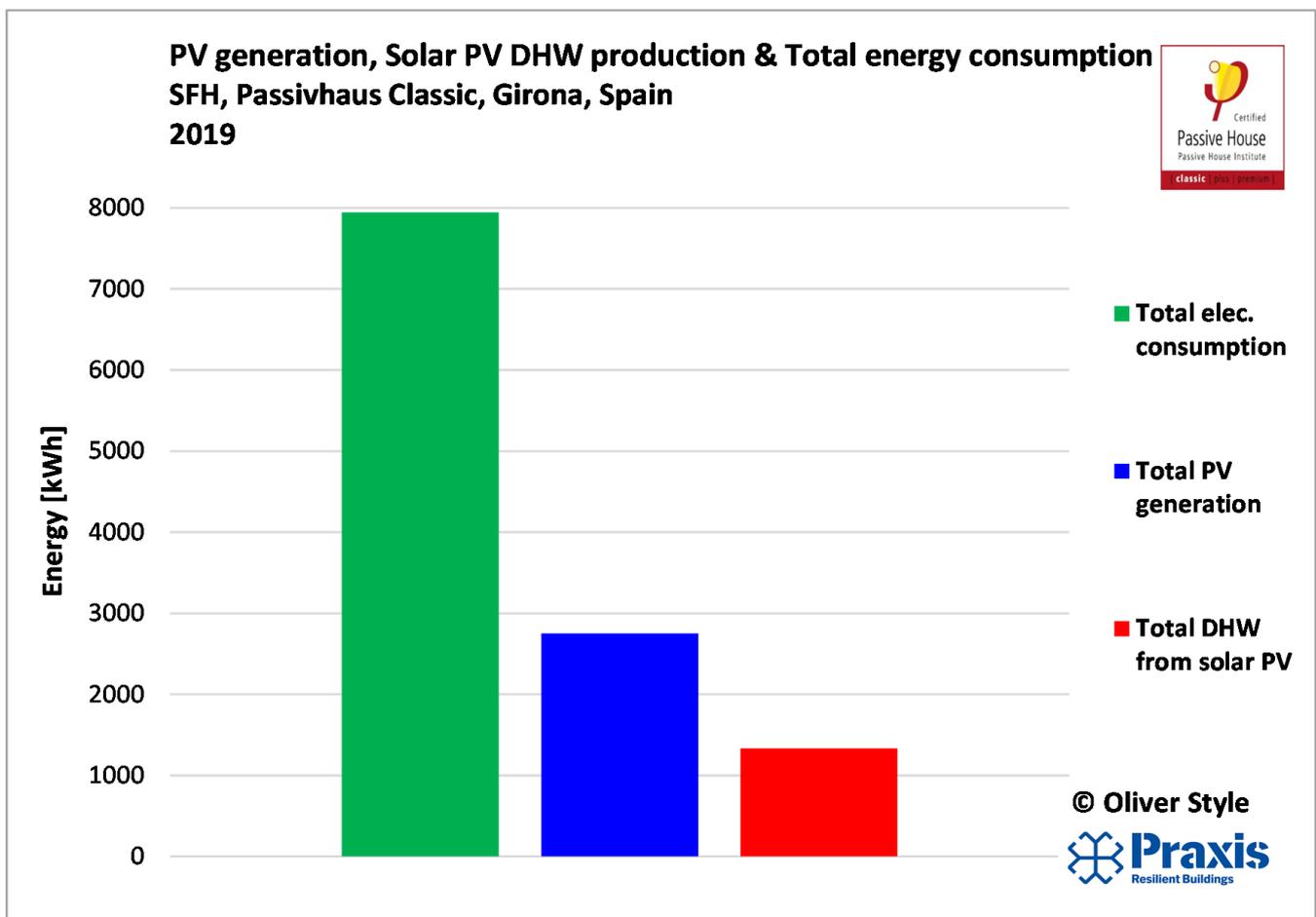


Fig. 5. Datos de monitorización del 2019.

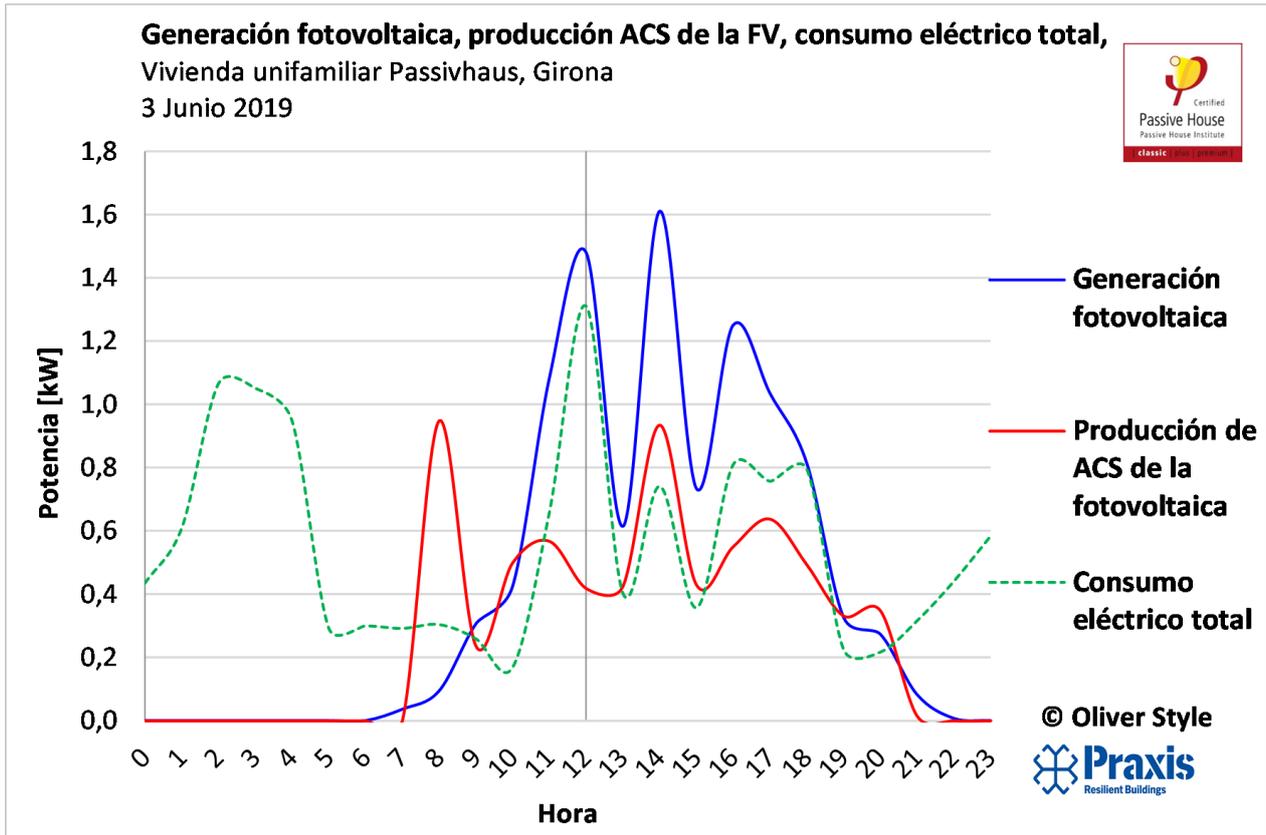


Fig. 6. Datos de monitorización del 3 Junio 2019.

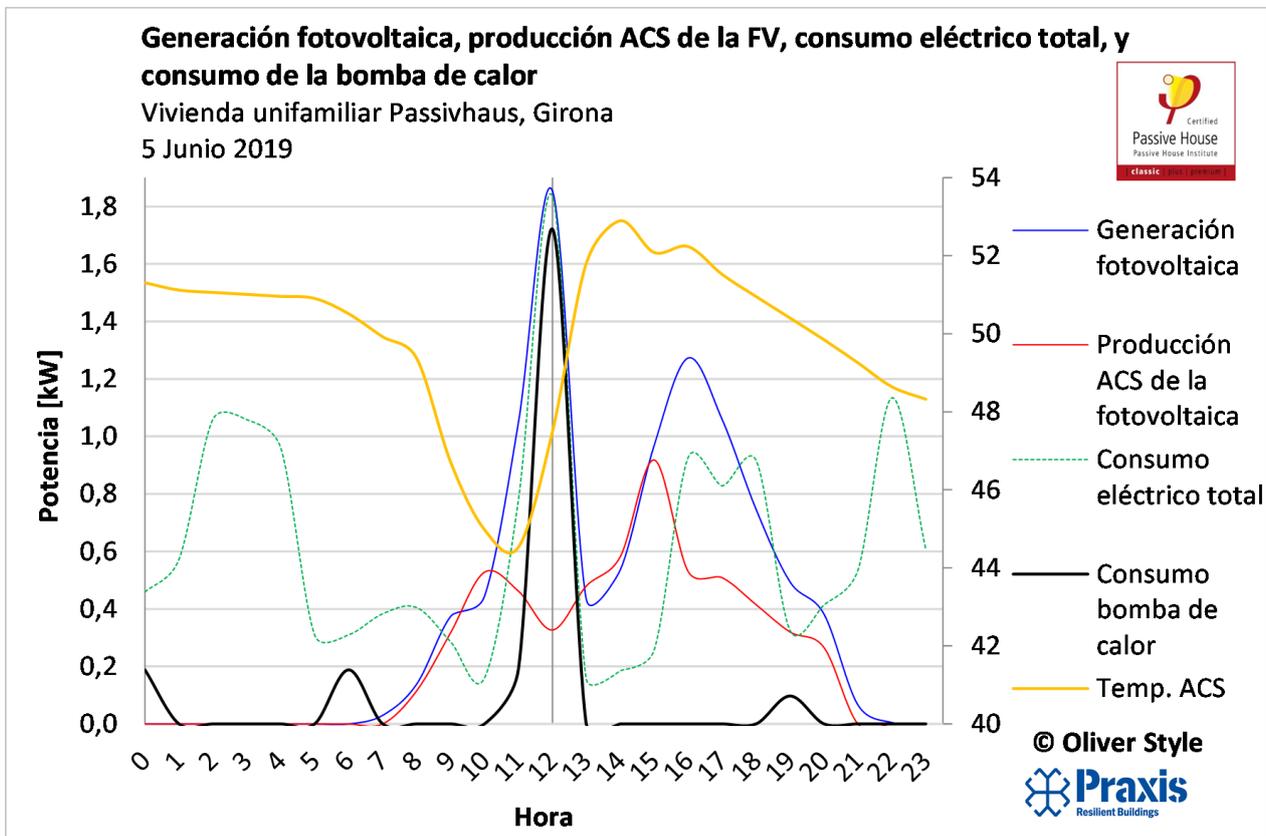


Fig. 7. Datos de monitorización del 5 Junio 2019.

3. CONCLUSIONES

Passivhaus se complementa muy bien con la generación de energía renovable in-situ mediante la fotovoltaica, y responde a la principal definición de un edificio de consumo casi nulo según la Directiva Europea 2010/31/EU, de un “edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto (...). La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno” [3]. A través del caso presentado, se aprecia lo siguiente:

Es necesario prestar especial atención a los consumos de ACS en una Passivhaus, que a menudo superan los consumos de climatización.

El importante peso de las pérdidas en el sistema de ACS por recirculación requiere su control para que solo se recircule cuando hay ocupación.

Con un generador fotovoltaico de autoconsumo de $\sim 3\text{kWp}$ y buena orientación e inclinación, es posible cubrir aproximadamente un 15% del consumo de ACS anual. Si hay una sola bomba de calor para la producción de ACS y refrigeración, esto libera la bomba de calor de tener que producir calor para calentar agua en verano, dejándola para la producción de frío únicamente. La histéresis puede ser de unas 3 horas entre que produce calor a que produzca frío, cosa que puede incidir en el sobrecalentamiento de la vivienda.

4. BIBLIOGRAFÍA

[1] Feist W., Peper S., 2015, “Energy efficiency of the Passive House Standard: Expectations confirmed by measurements in practice”. Passive House Institute Dr. Wolfgang Feist, Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt, Alemania.

[2] Grant N., Clarke A., 2010, “The importance of hot water system design in the Passivhaus”. Elemental Solutions, Withy Cottage, Little Hill, Orcop, Hereford, HR2 8SE, Reino Unido.

[3] Parlamento Europeo, 2010, “DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición)”.

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at bm.edificacion@upm.es. Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.