

Requisitos energéticos mínimos - criterios de certificación

El estándar Passivhaus establece una serie de requisitos mínimos que limitan la demanda energética para calefacción y refrigeración, la demanda de energía primaria y la hermeticidad al paso del aire del edificio. Estos requisitos mínimos son los criterios que las casas pasivas han de cumplir para su certificación, además de la justificación de criterios de confort y de higiene.

Este documento expone los nuevos criterios energéticos publicados por el Passivhaus Institut en mayo del 2015, adaptadas a las exigencias de la Directiva Europea de edificios de energía casi nula.

Nuevas categorías del estándar Passivhaus - desde mayo del 2015

Se han establecido nuevas categorías para la certificación del estándar Passivhaus introduciendo los nuevos conceptos de demanda de energía primaria renovable (EPR) y de generación de energía primaria renovable.

Debido a que la demanda de energía de calefacción ya es muy reducida en las casas pasivas, la demanda de agua caliente sanitaria y electricidad adquieren más importancia en la nueva evaluación del estándar Passivhaus. El nuevo proceso de certificación considera el edificio en un futuro (año 2060) en el que sólo se consume energía renovable. Este nuevo concepto de demanda de energía primaria renovable nace de la necesidad de situar el edificio en un escenario futuro correspondiente a la vida útil del mismo.

El concepto de generación de energía primaria renovable, además de un ejemplo para los modelos de edificios de consumo de energía casi nulo (nZEB), convierte a las casas pasivas en una solución atractiva para la transición energética. De esta forma, se ofrece al mercado una herramienta avanzada para certificar soluciones altamente eficientes con una generación importante de energía renovable.

Passivhaus Classic

- Demanda energética de calefacción: $Q_H < 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
- Carga de calefacción $< 10 \text{ W/m}^2$
- Frecuencia de sobrecalentamiento (25°C) $< 10\%$ ó
Demanda energética de refrigeración $< 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a} + 0,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{a} \cdot \text{K} \cdot TGH$
- Carga de refrigeración $< 10 \text{ W/m}^2$
- Demanda de energía primaria renovable (EPR) $< 60 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
- Estanqueidad: $n50 < 0,6/\text{h}$

TGH: Horas grado-seco (integral de tiempo de la diferencia de temperatura de rocío y una temperatura de diferencia de 13°C , para todos los periodos de tiempo en que esta diferencia es positiva)

Passivhaus Plus

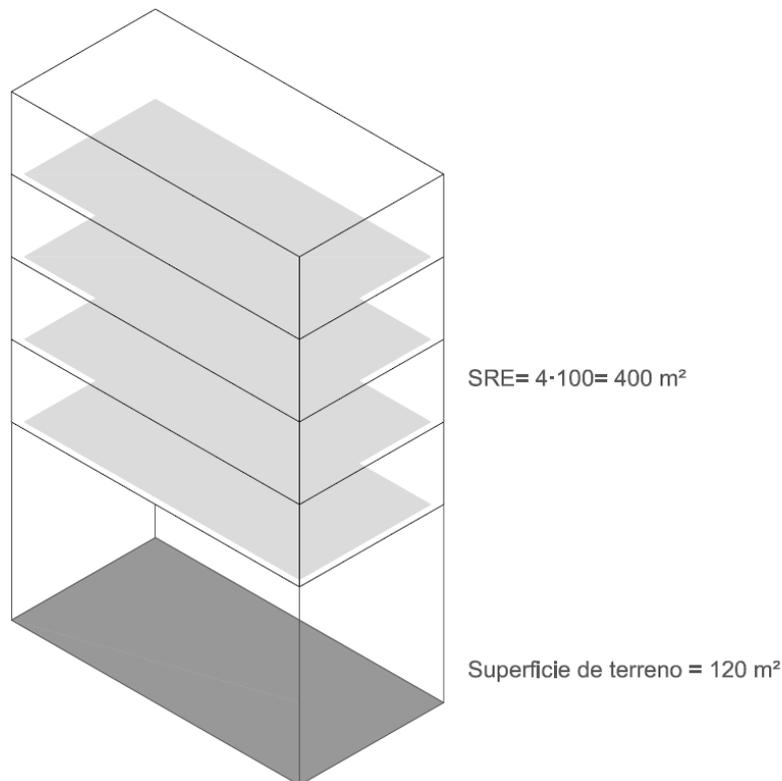
- Demanda energética de calefacción: $Q_H < 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
- Carga de calefacción $< 10 \text{ W/m}^2$
- Frecuencia de sobrecalentamiento (25°C) $< 10\%$ ó
Demanda energética de refrigeración $< 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a} + \text{deshumidificación}$
- Carga de refrigeración $< 10 \text{ W/m}^2$
- Demanda de energía primaria renovable (EPR) $< 45 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
- Generación de energía primaria renovable $> 60 \text{ kWh/m}^2$ (de terreno)·a
- Estanqueidad: $n_{50} < 0,6/\text{h}$

Passivhaus Premium

- Demanda energética de calefacción: $Q_H < 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
- Carga de calefacción $< 10 \text{ W/m}^2$
- Frecuencia de sobrecalentamiento (25°C) $< 10\%$ ó
Demanda energética de refrigeración $< 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a} + \text{deshumidificación}$
- Carga de refrigeración $< 10 \text{ W/m}^2$
- Demanda de energía primaria renovable (EPR) $< 30 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
- Generación de energía primaria renovable $> 120 \text{ kWh/m}^2$ (de terreno)·a
- Estanqueidad: $n_{50} < 0,6/\text{h}$

Dentro del estándar Passivhaus Classic se reduce el antiguo límite de demanda de energía primaria de $120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ a una demanda de energía primaria renovable de $60 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$. Esta reducción del demanda máximo de energía del edificio se debe a la equivalencia de los antiguos factores de producción de energía primaria a los nuevos factores producción de energía primaria renovable. En esta nueva categorización del estándar Passivhaus la generación de energía primaria renovable y el concepto de demanda de energía primaria renovable aparecen separados. La generación de energía primaria renovable se calcula en kWh/m^2 (de proyección de la envolvente térmica hacia el terreno)·a. Esto supone que la producción de energía primaria renovable no va en función de la SRE sino que va en función de la superficie disponible en cubierta. De esta forma, se le da las mismas oportunidades de conseguir una clasificación Plus o Premium a un edificio de viviendas en altura que a una vivienda unifamiliar.

Para conseguir una categoría Plus o Premium, el PHI permite compensar hasta $15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ de demanda de energía primaria renovable con la generación de energía renovable.



En el ejemplo anterior, suponiendo un demanda de energía primaria renovable de 60 kWh/m²·a, si se quisiera llegar a la categoría Plus (demanda EPR ≤ 45 kWh/m²·a), habría que compensar aumentando la generación de energía primaria renovable siguiendo el siguiente criterio.

$$\text{Desviación en el consumo PER por m}^2 \text{ de SRE y año} = 60 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} - 45 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} = 15 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}}$$

$$\text{Desviación en el consumo PER por año} = 15 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \cdot 400 \text{ m}^2 = 6000 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

$$\text{Aumento en la generación de energía renovables} = \frac{6000 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}}{120 \text{ m}^2} = 50 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ a}}$$

Para compensar la desviación de los 15 kWh/m²·a en la demanda de la energía primaria renovable, habría que aumentar en 50 kWh/m²(de terreno)·a la generación de energía primaria renovables.

Es decir, con un demanda EPR de 60 kWh/m²·a y un generación de energía renovable de 60+50= 110 kWh/m²(de terreno)·a se podría llegar a la categoría Plus.

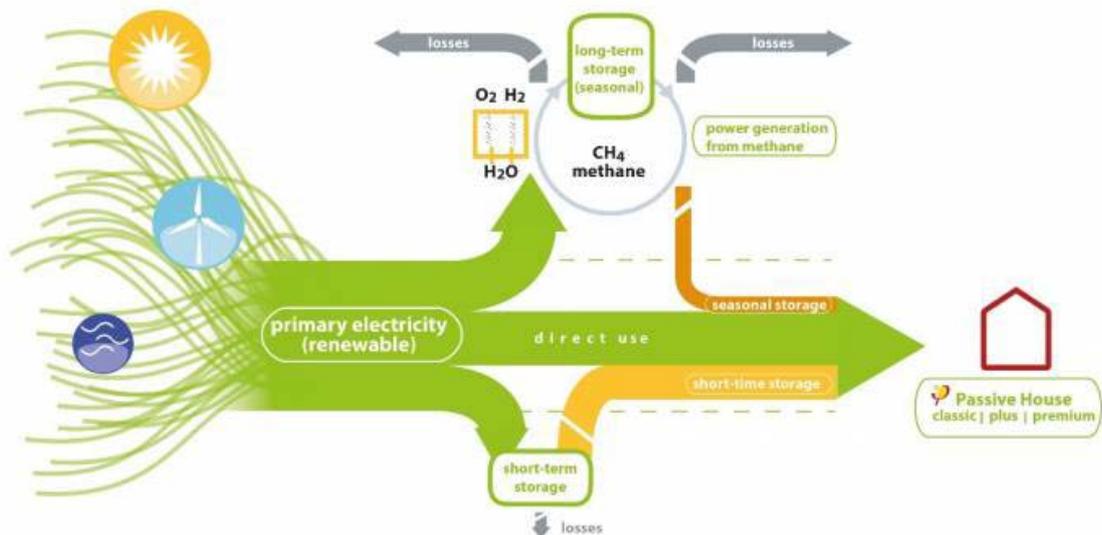
Factor EPR

El factor EPR describe cuanta energía renovable tiene que ser suministrada para cubrir la demanda final de energía en el edificio, incluidas las pérdidas producidas por el almacenamiento de energía a corto o largo plazo.

$$EPR = \frac{\text{Energía suministrada a través de fuentes de energía renovables}}{\text{Demanda final de energía en el edificio}}$$

El factor EPR se determina simultáneamente a partir de las fuentes de energía disponibles y la demanda de energía, dictando cuanta cantidad de energía se necesita almacenar antes de usarla. Se puede conseguir un almacenamiento a corto plazo eficiente, mientras un almacenamiento a largo plazo supone altas pérdidas de energía.

Dependiendo del perfil de cargas del edificio, la demanda de energía puede ser cubierta en mayor o menor medida directamente a través de energías renovables, o a través de energía almacenada a corto o largo plazo. En verano, cuando la disponibilidad de fuentes de energía renovables es más alta que en invierno, mayor será la proporción de la demanda de energía que podrá ser cubierta directamente sin necesidad de almacenarla temporalmente.



El futuro modelo de la red de suministro de energía está basado en la electricidad procedente de tres fuentes de energía renovable: energía fotovoltaica, energía eólica y energía hidráulica.

La biomasa tiene que ser tratada de forma diferente en los cálculos, ya que puede ser fácilmente almacenada y utilizada en función a la demanda. De hecho, todos los sistemas basados en energía secundaria (p.ej.: district heating) son considerados de

forma independiente a la red de suministro de energía, directamente en el PHPP, con los parámetros adecuados para cada uno.

Los factores EPR para cada tipo de fuente de energía renovable dependen del potencial climático de cada región. En el caso de la energía hidroeléctrica, se tiene también en cuenta una predicción futura de la contribución de esta fuente de energía a la demanda total de cada región.

La demanda final de energía del edificio se ha calculado teniendo en cuenta la electricidad de la vivienda (20 kWh/m²·a), el consumo de ACS (15 kWh/m²·a), calefacción, refrigeración y deshumidificación (con simulaciones dinámicas de edificios de referencia para cada clima – desde casas pasivas a edificios con un consumo 8 veces mayor)

Para determinar el factor ERP, se han comparado los perfiles de carga de producción y de consumo de electricidad y así estimar la proporción de almacenamiento a corto y largo plazo para cada región y para cada uso de la electricidad (suministro = demanda + pérdidas).

Los factores EPR no están basados en cálculos individuales sino en una combinación a través de una aproximación global de Fourier de los resultados obtenidos para 700 localizaciones en el mundo. El factor EPR mínimo empleado en el PHPP es 1.

Factores antiguos de energía primaria (factores EP)

TIPO DE ENERGÍA	FUENTE DE ENERGÍA	FACTORE EP (fuentes de energía no renovables)
Combustible	Gasoil	1,1
Combustible	Gas natural	1,1
Combustible	GLP	1,1
Combustible	Hulla	1,1
Combustible	Madera (Biomasa)	0,2
Electricidad	Red	2,6
Electricidad	IFV	0,7
TIPO DE ENERGÍA	FUENTE DE ENERGÍA	FACTORE EP (fuentes de energía no renovables)
District heating	Cogeneración hulla (70% electricidad)	0,8
District heating	Cogeneración hulla (35% electricidad)	1,1

District heating	Cogeneración hulla (0% electricidad)	1,5
Cogeneración gas	Hasta 70% producción electricidad	0,7
Cogeneración gas	Hasta 35% producción electricidad	1,1
Cogeneración gas	0% producción electricidad	1,5
Cogeneración gasoil	Hasta 70% producción electricidad	0,8
Cogeneración gasoil	Hasta 35% producción electricidad	1,1
Cogeneración gasoil	0% producción electricidad	1,5

Nuevos factores de energía primaria renovable (factores EPR)

TIPO DE ENERGÍA	FUENTE DE ENERGÍA	FACTORE EP (fuentes de energía no renovables)		
		Stuttgart	Madrid	México DF
Combustible	Gasoil	2,3		
Combustible	Gas natural	1,75		
Combustible	GLP	1,75		
Combustible	Hulla	2,3		
Combustible	Biogas	1,1		
Combustible	Madera, pellets, biomasa	1,1		
		Stuttgart	Madrid	México DF
Electricidad	Primaria	1,00	1,00	1,0
Electricidad	Vivienda	1,30	1,25	1,25
Electricidad	Producción ACS	1,30	1,25	1,20
Electricidad	Calefacción	1,80	1,75	1,00
Electricidad	Refrigeración	1,10	1,35	1,20
Electricidad	Deshumidificación	1,25	1,55	1,70
Electricidad	IFV, eólica, hidroeléctrica	1,0		

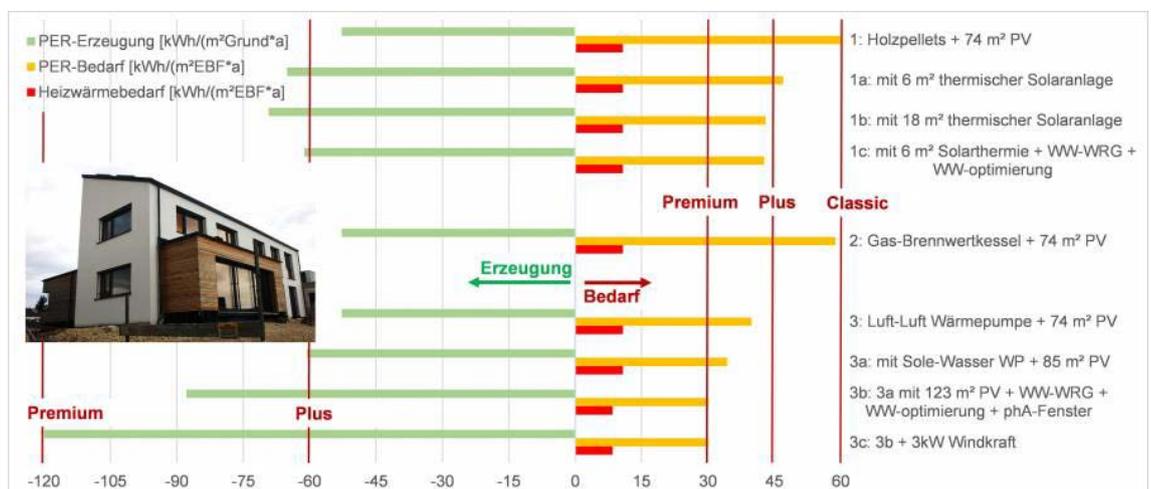
TIPO DE ENERGÍA	FUENTE DE ENERGÍA	FACTORE EP (fuentes de energía no renovables)
Medioambiental	Geotérmica	0,0
Medioambiental	Aerotérmica baja temperatura	0,0
Medioambiental	Aerotérmica alta temperatura	0,0
Medioambiental	Solar térmica	1,0
Medioambiental	Calor residual	0,0

Bombas de calor

Si cubrimos la demanda de calefacción con una estufa de pellets (con un rendimiento de un 50% y un factor PER de 1,10) o con una caldera de condensación de gas (con un rendimiento del sistema del 89% y un factor PER de 1,75), el consumo de energía primaria renovable es notablemente más alto que cuando la cubrimos con una bomba de calor (COP= 3 - rendimiento del sistema del 173% y un factor PER de 1,75 de electricidad para calefacción en Madrid).

Esto no significa que un edificio Passivhaus no pueda tener un sistema de calefacción de pellets o biomasa, pero en general la demanda de energía primaria renovable será más alta.

Ejemplo de cómo la instalación de una bomba de calor es una forma sencilla para llegar a la categoría Passivhaus Plus



1. Estufa de pellets y 74 m² de paneles fotovoltaicos
 - a. 6 m² de paneles solares térmicos
 - b. 18 m² de paneles solares térmicos
 - c. 6 m² de paneles solares térmicos y optimización de ACS
2. Caldera de condensación de gas y 74 m² de paneles fotovoltaicos
3. Bomba de calor aire-aire y 74 m² de paneles fotovoltaicos
 - a. Bomba de calor aire-agua y 85 m² de paneles fotovoltaicos
 - b. a + 123 m² de paneles fotovoltaicos, optimización del sistema de ACS y utilización de ventanas pH A
 - c. b + instalación eólica de 3 kW de potencia

Biomasa

Debido a que la biomasa está disponible de forma limitada y sólo una pequeña cantidad puede ser empleada para el consumo de edificios, el nuevo PHPP 9 establece un límite de 20 kWh/m²·a de demanda de energía primaria renovable con un factor EPR de 1,1 definido para biomasa en general. La biomasa puede ser usada para generar electricidad y para producir líquidos y gases, por lo que puede ser usada para cualquier sistema de suministro de energía. Debido a que puede ser almacenada, es perfecta para la calefacción en invierno. En el uso de biomasa se prioriza este orden: calefacción, ACS y electricidad para la vivienda. Por ejemplo, en un edificio con una caldera de condensación de gas (EPR: 1,75), los primeros 20 kWh/m²·a de demanda de se calculan con un EPR= 1,10 para biomasa. Si la demanda de calefacción es inferior a 20 kWh/m²·a, el resto se aplica en la demanda de ACS seguido de la electricidad de la vivienda.

Cuando la demanda de calefacción se cubre con una estufa de biomasa (EPR más bajo de todas la opciones) se producen unas pérdidas del 20%, es decir, el 80 % de la energía primaria se convierte en calor aprovechable. Sin embargo, si primero se genera electricidad en una central de cogeneración (50% electricidad, 30% calor residual, 20% pérdidas) y suministramos la demanda de calefacción y ACS con una bomba de calor (COP= 3), se produce un 180% de calor aprovechable (50·3+30) en lugar del 80% de la combustión directa.

En el caso de que exista una central de cogeneración de biomasa cerca del edificio y se pueda usar la biomasa para cubrir esta demanda, solo es posible cubrirla bajo los siguientes parámetros:

1. Edificio con una unidad de cogeneración muy cerca produciendo electricidad y calor residual con muy pocas pérdidas. Se aprovecha el calor residual para calefacción y producción de ACS y se utiliza la producción de electricidad con bombas de calor. Se considera el factor EPR de 1,10 bajo los parámetro de empleo de la biomasa para cubrir 20 kWh/m²·a, combinado con la alta eficiencia de las bombas de calor, la demanda de energía primaria renovable es muy baja.
2. Optimización de los sistemas de ACS, electricidad e iluminación.