



# Guía para la certificación de edificios

# Edición y aviso legal

## Publicado por

Instituto *Passivhaus*  
Rheinstr. 44-46  
64283 Darmstadt  
(Alemania)  
Tel.: +49 (0) 6151-82699-  
0 Fax: +49 (0) 6151-  
82699-11  
mail@passiv.de  
[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com)

Tercera edición, Darmstadt, Septiembre de 2020.

## Derechos de autor

Esta guía gratuita ha sido publicada por el Instituto *Passivhaus*. Las copias electrónicas solo pueden ser distribuidas de forma completa y sin modificaciones. Las traducciones tan sólo se autorizan previo acuerdo por escrito con el Instituto *Passivhaus*.

©2020 Passivhaus Institut

## Imágenes

Salvo que se indique lo contrario, los derechos de autor de las ilustraciones e imágenes le corresponden a:

### © *Passive House Institute*

© Foto de portada de izquierda a derecha: Michael Tribus Architecture, Olaf Reiter, Peter Rüge Architekten / Jan Siefke, Jörn Hustedt, Kasel Stein Hemmes, Architekt Deimel, Norman A. Müller

## Edición y contenido

Zeno Bastian  
Dragos Arnautu  
Corinna Geiger

## Otros autores

Dr. Jürgen Schnieders  
Dr. Berthold Kaufmann  
Tomas Mikeska  
Søren Peper

## Diseño

Gergina Radeva

## Ámbito del contenido y exclusión de responsabilidad

Esta guía se ha diseñado para complementar los "Criterios para los estándares Casa Pasiva, *Enerphit* y PHI - edificio de bajo consumo energético ("los Criterios"), publicados por el Instituto *Passivhaus* y disponibles en línea. La guía explica los requisitos de los criterios de una manera clara y concisa.

La guía se recopiló con el máximo cuidado y nuestro mejor saber y entender. Sin embargo, no se puede aceptar ningún tipo de responsabilidad por cualquier deficiencia o error relacionados con su contenido. Por lo tanto, se excluye toda responsabilidad por la precisión e integridad del contenido o datos y, en concreto, por cualquier daño o consecuencia procedente del uso de la información aquí presentada.

Traducción a cargo de:



# Bienvenido a la Guía para certificación de edificios

Muchas gracias por su interés en el programa del Instituto *Passivhaus* de garantía de calidad para la certificación de edificios. Hasta ahora, miles de constructores de todo el mundo ya han certificado sus edificaciones como proyectos *Passivhaus* o rehabilitaciones con certificación *EnerPHit*. Veinte años de experiencia demuestran que el alto nivel de bienestar y ahorro de energía de este estándar se alcanza gracias a pruebas de calidad independientes.

Espero que esta primera edición de esta guía le proporcione respuestas a todas sus preguntas sobre la certificación de edificios. Si aun así le falta información importante, no dude en contactarnos en:

[building.certification@passiv.de](mailto:building.certification@passiv.de)

¡Le deseo todo lo mejor en su construcción energéticamente eficiente o proyecto de rehabilitación!



Zeno Bastian  
Instituto *Passivhaus*

Las secciones uno y dos de esta guía están dirigidas a los profesionales de la construcción y propietarios de edificios que estén interesados en la construcción y rehabilitación energéticamente eficiente. En estas secciones se presentan los estándares del Instituto *Passivhaus* y se explican las ventajas y el proceso para la certificación de edificios.

La tercera sección sirve de ayuda a los Diseñadores y Consultores en el proceso de certificación. En ella se explica claramente en qué consisten los requisitos específicos en los Criterios de certificación y que tipo de documentos se pueden presentar como prueba. Sin embargo, la Guía no sustituye a los Criterios publicados en el sitio web del Instituto *Passivhaus*. Éstos siguen constituyendo la definición legalmente válida de los estándares *Passivhaus* y *EnerPHit*.

## Contenido

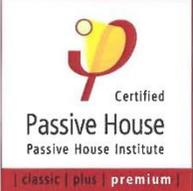
Edición y aviso legal .....	2	Elementos de sombra .....	37
Bienvenido a la Guía para certificación de edificios.....	3	Ventilación .....	38
<b>1. Introducción</b> .....	<b>5</b>	Calefacción y agua caliente sanitaria .....	42
Beneficios de la certificación .....	6	Refrigeración .....	46
Estándares energéticos .....	7	Aparatos eléctricos e iluminación .....	48
<b>2. Información general sobre la certificación</b> .....	<b>11</b>	Energía renovable .....	50
Criterios .....	12	Test de hermeticidad del aire .....	53
Primeros pasos .....	15	Fotografías .....	56
Procedimiento de certificación .....	16	Certificado de la dirección de obra .....	57
Servicios de consultoría y balances energéticos .....	18	<b>4. Apéndice</b> .....	<b>58</b>
Garantía de calidad para rehabilitaciones por fases. ....	19	Otras fuentes de información .....	59
Plataforma de certificación .....	20	PREGUNTAS FRECUENTES.....	61
<b>3. Documentación a presentar</b> .....	<b>21</b>	Glosario .....	63
Programa de planificación <i>Passivhaus</i> (PHPP) .....	23	Presentación del Instituto <i>Passivhaus</i> .....	69
Documentos de planificación para la arquitectura .....	25	Ejemplos de documentación.....	70
Aspectos generales y detalles de conexión .....	30		
Ventanas y puertas.....	33		

# 1. Introducción

# Beneficios de la certificación

**Certificate**  
Certified Passive House Premium

**End-of-terrace Passive House**  
Example Street 99, 99999 Example City, Germany



Passive House buildings offer excellent thermal comfort and very good air quality all year round. Due to their high energy efficiency, energy costs as well as greenhouse gas emissions are extremely low.

The design of the above-mentioned building meets the criteria defined by the Passive House Institute for the 'Passive House Premium' standard:

Building quality	This building	Criteria	Alternative criteria
<b>Heating</b>	Heating demand [kWh/(m²a)]	13 ≤ 15	-
	Heating load [W/m²]	10 ≤ -	10
<b>Cooling</b>	Cooling + dehumidification demand [kWh/(m²a)]	- ≤ -	-
	Cooling load [W/m²]	- ≤ -	-
	Frequency of overheating (> 25 °C) [%]	1 ≤ 10	-
	Frequency of excessively high humidity [%]	0 ≤ 20	-
<b>Airtightness</b>	Pressurization test result (n <sub>50</sub> ) [1/h]	0,2 ≤ 0,6	-
<b>Non-renewable primary energy (PE)</b>	PE demand [kWh/(m²a)]	40 ≤ -	-
	<b>Renewable primary energy (PER)</b>	PER-demand [kWh/(m²a)]	32 ≤ 30
	Generation (reference to ground area) [kWh/(m²a)]	125 ≥ 120	124

The associated certification booklet contains more characteristic values for this building.

Darmstadt, 01. June 2017  
Certifier: John Smith, Passive House Institute

www.passivehouse.com



Client: Passivhaus Association of Owners  
Example Street 99  
99999 Example City, Germany

Architect: Example Architectural Firm  
Example Street 99  
99999 Example City, Germany

Building Services: Example Mechanical Services Firm  
Example Street 99  
99999 Example City, Germany

Energy Consultant: Example Energy Consultant  
Example Street 99  
99999 Example City, Germany

## ¡Calidad garantizada!

Durante el proceso de certificación de edificios, se estudia el **proyecto detallado** de manera minuciosa y exhaustiva. La documentación complementaria acreditativa de la **construcción**, como el ensayo de hermeticidad del aire, completa el control de calidad. El certificado se expide únicamente si los **Criterios** definidos se cumplen sin excepción.

## Ventajas para el propietario

- Seguridad de que el estándar energético acordado realmente se alcanzará.
- Incremento del valor de la propiedad gracias a una evaluación de calidad independiente.
- Se puede entregar el balance energético revisado para varios programas de subvenciones utilizando el programa de

planificación *Passivhaus* (PHPP por sus siglas en inglés).

[www.passivehouse-international.org](http://www.passivehouse-international.org) →  
Passive House → Legislation & Funding

- El Certificador puede detectar medidas de ahorro de energía que serían demasiado costosas y que irían más allá los requisitos del estándar *Passivhaus*. Los costes de construcción se pueden reducir de esta manera.
- Con la colocación de una **placa** en la fachada del edificio, el estándar de alta eficiencia energética se hace visible al público.

## Ventajas para el Diseñador

- **Prevención de errores** gracias a un completo control externo del proyecto antes del inicio de la construcción.
- Se puede obtener el reconocimiento como **Diseñador *Passivhaus* Certificado** con la presentación de un edificio certificado.

## Estándares energéticos

### Casa pasiva

#### Más confort, menos energía

Los edificios *Passivhaus* se caracterizan particularmente por su alto nivel de confort y un nivel de consumo energético muy bajo. Esto se logra principalmente mediante el uso de componentes *Passivhaus* (p. Ej.: ventanas, aislamiento o recuperación de calor con certificación del Instituto *Passivhaus*). Desde el exterior los edificios no se diferencian de las edificaciones convencionales, pues “*Passivhaus*” sólo hace referencia a un estándar y no a un tipo concreto de construcción.

#### ¿Por qué una Casa Pasiva?

- Excelentes niveles de confort.
- Constante aire de renovación por toda la edificación.
- Construcción duradera y estructuralmente sólida.
- Costes energéticos extremadamente bajos, incluso con incremento de precios de energía.
- Mejora en la calidad e higiene del aire interior.

- Los edificios *Passivhaus* pueden acogerse a subvenciones en muchos países o regiones.



Solin-AVV Architektur-Workstatt, Veit, Jakob, Kramel



LCT Oye, Dembrin picture, Norman A. Müller



Frankenberg © Michael Tribus Architecture



Tochoji Temple © Miwa Mori



## EnerPHit



### Beneficios del *Passivhaus* también para edificios ya construidos

El Estándar *Passivhaus* no siempre se puede alcanzar en la rehabilitación de edificios a un precio razonable. Esto puede deberse, por ejemplo, a la existencia de ineludibles puentes térmicos en muros de sótano. El Instituto *Passivhaus* ha desarrollado el standard *EnerPHit* para dichos edificios.

El sello *EnerPHit* ofrece la seguridad de que el estándar de protección térmica óptima se ha aplicado al correspondiente edificio ya construido. Con el uso de componentes *Passivhaus*, los edificios certificados *EnerPHit* ofrecen casi todas las ventajas de un edificio *Passivhaus* a sus residentes, y al mismo tiempo una óptima rentabilidad.

La rehabilitación *EnerPHit* incluye el aislamiento de suelo, muros exteriores y cubiertas con espesores de aislamiento *Passivhaus*, instalación de ventanas *Passivhaus* y reducción de filtraciones de aire. Asimismo, el sistema de ventilación con recuperador de calor garantiza aire renovado de calidad y, además, los puentes térmicos se reducen en una medida razonable.

El Instituto *Passivhaus* ofrece el [Plan de rehabilitación EnerPHit](#) (véase página 19) para rehabilitaciones por fases, así como una garantía de calidad a través de una pre-certificación.

## PHI - Edificio de baja demanda energética

### Para casos difíciles



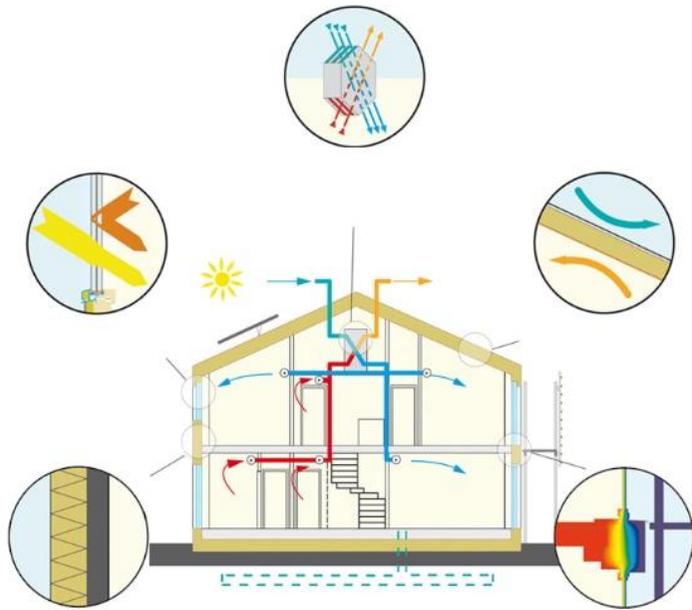
El estándar para *PHI* - Edificios de baja demanda energética está indicado para aquellos edificios que por una serie de razones no pueden alcanzar completamente los rigurosos criterios *Passivhaus*:

- Edificios pequeños en lugares fríos con sombra.
- Países donde los componentes *Passivhaus* adecuados aún no se encuentran completamente disponibles.
- Edificios que aspiran al Estándar *Passivhaus* pero no logran conseguirlo debido a errores de planificación o ejecución.

Los requisitos de demanda energética, hermeticidad y confort son menores que en los edificios *Passivhaus*. No obstante, la documentación exigida es la misma que para el Estándar *Passivhaus*, de modo que la certificación proporciona una evaluación precisa de la demanda energética del edificio.

El estándar *Passivhaus*, *EnerPHit* y *PHI* – Edificio de baja demanda energética se puede utilizar a escala mundial.

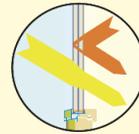
Las medidas necesarias difieren según la climatología local. Normalmente, las siguientes cinco medidas dan lugar a una Casa Pasiva.



Cinco principios clave

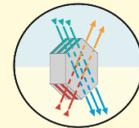
## Cinco principios clave

### Ventanas *Passivhaus*



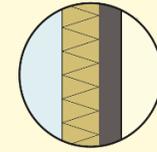
En climas fríos y templados, los marcos de ventanas con aislamiento y triple acristalamiento garantizan las ganancias de la temperatura. En climas más calurosos, el doble acristalamiento es por lo general suficiente.

### Estrategia de ventilación adecuada



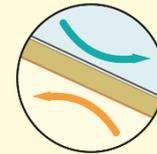
Los edificios *Passivhaus* cuentan con un suministro de aire renovado constante a través del sistema de ventilación. El intercambiador de calor garantiza el suministro de aire a las estancias casi a temperatura ambiente, sin necesidad de calefacción complementaria (el frío y el calor permanecen fuera).

### Aislamiento térmico



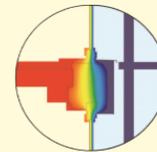
Un edificio bien aislado conserva el calor en invierno y lo evita en verano.

### Hermeticidad



Un edificio *Passivhaus* cuenta con una capahermética continua, que protege su estructura, previene las pérdidas de energía y mejora el confort.

### Diseño con reducción de puentes térmicos



En climas templados y fríos principalmente, los edificios *Passivhaus* se planifican sin puentes térmicos, lo que garantiza mayor reducción de los costes de calefacción y previene daños en el edificio.

## Categorías “Plus” y “Premium”: listos para un futuro de energía renovable

La baja demanda energética de los edificios *Passivhaus* puede suministrarse de manera sencilla con energía renovable.

El Instituto *Passivhaus* ha desarrollado un innovador método de optimización de edificios en fase de proyecto para el uso de energía renovable. El punto de partida es la necesidad de energía primaria renovable o *PER* (véase gráfico); cuanto más baja sea la demanda de *PER*, menor será el esfuerzo y demanda requerida de energía solar o eólica para suministrar al edificio. De este modo, el suministro de energía renovable integral se podrá llevar a cabo de manera rentable y respetando el medio ambiente.

Aparte del Estándar *Passivhaus Classic* de eficacia probada, los edificios con una demanda de energía primaria renovable *PER* especialmente baja y que además produzcan energía renovable (e.g. con paneles fotovoltaicos en cubierta) pueden alcanzar las categorías *Plus* o incluso *Premium*. De manera análoga, las categorías *EnerPHit Classic*, *Plus* y *Premium* también están disponibles para rehabilitaciones de edificios ya construidos.

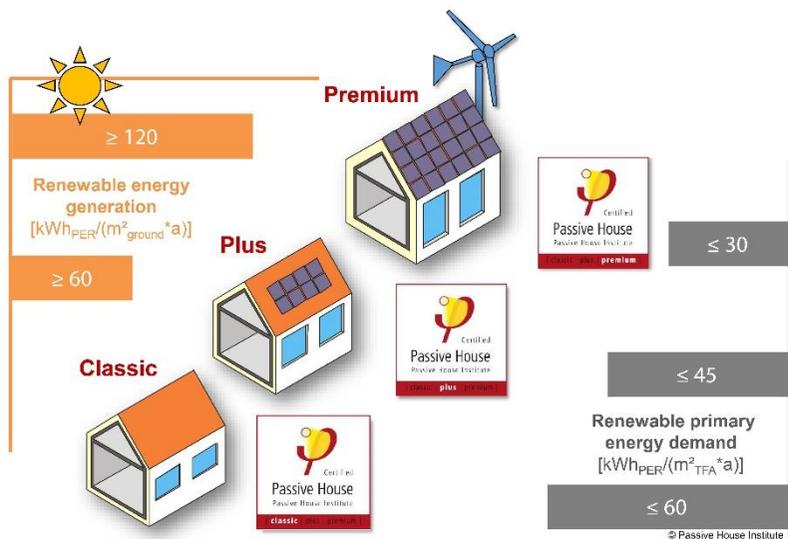
Puede encontrar información detallada sobre el método *PER* y las categorías *Passivhaus* en [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → [Passive House certification](#) → “The new Passive House Classes”

### Suministro energético sostenible con el procedimiento *PER*

El suministro de energía renovable de manera natural varía dependiendo de la radiación solar, la fuerza del viento y las precipitaciones. Para obtener un suministro futuro con un 100 % de energía renovable, se debe almacenar temporalmente parte de la electricidad generada. Este proceso de almacenamiento de energía siempre produce pérdidas; sobre todo, en almacenamientos estacionales de larga duración (p. ej.: al generar gas metano almacenable) tan sólo queda disponible en torno a un tercio de la energía original.

La demanda de energía primaria renovable *PER* indica la cantidad de energía renovable que se tiene que generar originalmente para cubrir la completa demanda energética de un edificio. Igualmente contabiliza las pérdidas de almacenamiento.

Ejemplo: en regiones alejadas del Ecuador la electricidad generada con energía fotovoltaica es mayor durante el verano. Sin embargo, la demanda energética para calefacción es mayor en invierno. Por tanto, una baja demanda de calefacción, como resulta habitual en edificios *Passivhaus*, es especialmente útil para evitar pérdidas de almacenamiento y lograr así una baja demanda de energía primaria renovable.





## Criterios

### Requisitos transparentes y claramente definidos

La definición de los Criterios *Passivhaus* la llevó a cabo hace 20 años el Instituto *Passivhaus*. Estos Criterios definen con exactitud los diferentes requisitos que debe cumplir un edificio para lograr el Estándar *Passivhaus* de alta eficiencia energética. Aparte del Estándar *Passivhaus*, la documentación vigente que recoge los Criterios también incluye el Estándar *EnerPHit*, que se introdujo en el año 2010 para rehabilitaciones de edificios mediante el empleo de componentes *Passivhaus*, así como los requisitos para *PHI* - Edificios de baja demanda energética, incorporados en 2015.

Cualquiera que compre una vivienda o encargue su construcción conforme a alguno de estos tres Estándares, siempre debe exigir de manera expresa la entrega de **un edificio que se adecúe a la definición establecida por el Instituto *Passivhaus*** (preferiblemente con certificación). De esta manera se garantiza la seguridad jurídica en caso de disputas.

La versión en inglés y sus traducciones se pueden consultar en

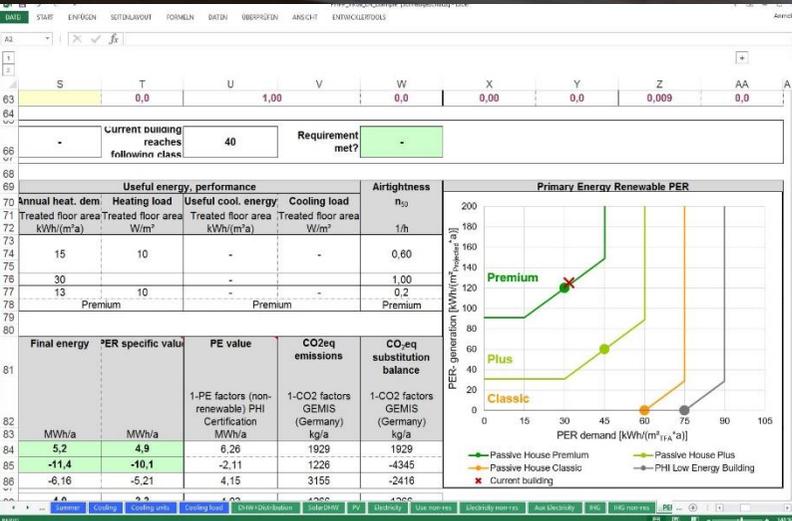
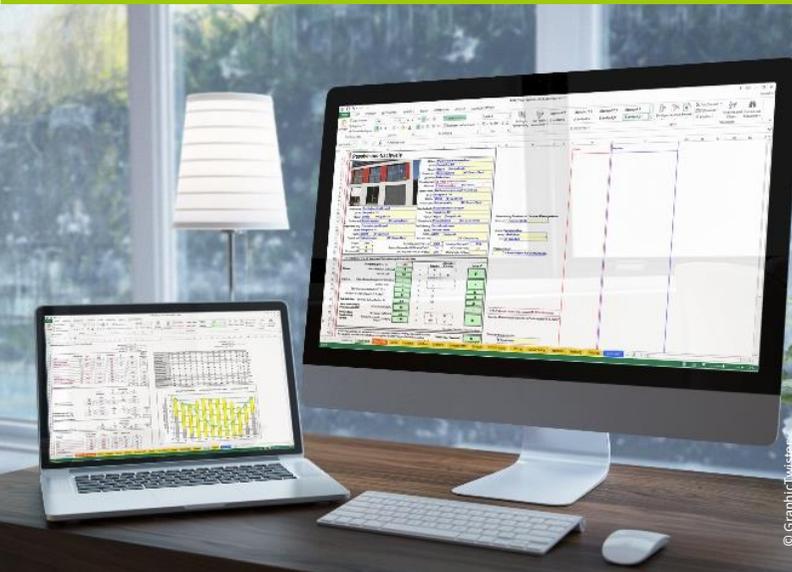
[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → Certification → Buildings → Energy Standards | Criteria

### ¿Dónde se pueden consultar los Criterios?

La última versión del documento “**Criterios para los Estándares Casa Pasiva, EnerPHit y PHI - Edificio de baja demanda energética (“los Criterios”)**” se encuentra siempre disponible en la página web del Instituto *Passivhaus*, que publica directamente las versiones en alemán, inglés y español. Éstos representan la definición jurídicamente válida del Estándar *Passivhaus*.

Los socios internacionales del Instituto *Passivhaus* han preparado traducciones de los Criterios en otros idiomas bajo su propia responsabilidad. Dado que el Instituto *Passivhaus* no revisa todas estas traducciones, su única finalidad es informativa y, en caso de dudas, no son legalmente vinculantes. Puede ser que las traducciones no incluyan la última versión de los Criterios.

En principio, la certificación se realizará conforme a la versión actualmente vigente de los Criterios aplicables al inicio del proyecto. Las nuevas versiones de los Criterios que se publiquen durante el desarrollo del proyecto no tienen que ser adoptadas.



## Resumen de los Criterios

Los Criterios se dividen en dos grandes grupos aparte de la introducción: los Criterios propiamente dichos y los “reglamentos técnicos para la certificación de edificios”.

Los requisitos para los Estándares *Passivhaus*, *EnePHit* y *PHI* - Edificio de baja demanda energética se especifican íntegramente en la sección 2 “Criterios”. Asimismo, esta sección también incluye los requisitos mínimos generales de confort térmico, satisfacción de usuarios e integridad estructural, que no son aspectos relevantes desde el punto de vista energético, pero que se aplican de igual modo a cada uno de los tres estándares.

Asimismo, las condiciones de contorno para el cálculo que se deben aplicar en el programa de planificación *PHPP* para la verificación de los tres Estándares se especifican aquí (p. ej.: en relación con la temperatura interior o la demanda de agua caliente). La sección 2 también se puede utilizar como definición para los tres Estándares independientemente de la certificación; p. ej.: para las especificaciones de un edificio.

En la sección 3 “Reglamentos técnicos para la certificación de edificios” se describe cómo se lleva a cabo la verificación del cumplimiento de los Criterios en el contexto de la certificación. Asimismo, se especifica el procedimiento de certificación y, en concreto, incluye una lista de la documentación que se debe entregar al Certificador.

## Comprobación con el programa de planificación *Passivhaus (PHPP)*

El cumplimiento de los Criterios se verifica específicamente calculando el balance energético con el programa de planificación *PHPP*. El *PHPP* comprueba automáticamente si se cumplen los requisitos del Estándar elegido con la hoja de cálculo “Comprobación”.

Dado que ocasionalmente se añaden o realizan cambios menores a los Criterios, debe asegurarse de que los Criterios se verifican con la **versión adecuada del PHPP**. El número de versión se encuentra en el pie de página de los Criterios. El primer dígito del número de versión del *PHPP* y de los Criterios debe coincidir. Por ejemplo, la versión 9f de los Criterios es compatible con la versión 9.6 del *PHPP*, pero no es compatible con la versión 8.2.

## Certificadores *Passivhaus*

El propio Instituto *Passivhaus* proporciona la certificación en Alemania, Austria e internacionalmente; asimismo pueden hacerlo los muchos otros Certificadores *Passivhaus* acreditados que se encuentran por todo el mundo. Estos Certificadores están contractualmente autorizados por el Instituto *Passivhaus* para certificar con su sello y conforme a sus Estándares. La mayoría de ellos trabaja principalmente en sus países correspondientes. No obstante, cualquier Certificador puede en principio certificar edificios de cualquier otro país si conoce correctamente el idioma y tiene el conocimiento necesario. No existe un monopolio nacional para un Certificador en concreto.

Los Certificadores acreditados cuentan con una amplia experiencia práctica en relación con los edificios *Passivhaus*, que se complementa con una formación intensiva en dos fases.



Los requisitos exactos para ser certificador se pueden consultar en [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → Education & Training → Accredited Building Certifier



Curso de Certificadores de edificios *Passivhaus*, Darmstadt 2017.



Reunión de certificadores de edificios *Passivhaus*, Darmstadt 2016.

## Primeros pasos



### Elección del Certificador

La certificación se puede obtener tanto del Instituto *Passivhaus* como de cualquier Certificador acreditado. En la web del Instituto *Passivhaus* hay una lista completa de Certificadores con sus datos de contacto. A ser posible, se recomienda contratar a un Certificador de su país, puesto que estará más familiarizado con la tecnología de construcción local y las disposiciones reglamentarias. No obstante, en principio también es posible contratar a Certificadores de otros países. El idioma en que se puede emitir la certificación se indica en la lista de Certificadores.

certificadores de edificios acreditados  
[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → Certification  
 → Buildings → Building Certifiers.

### Solicitud de presupuesto

Si ha elegido a un Certificador, se le puede contactar por e-mail o teléfono y solicitarle un presupuesto para la certificación de su edificio. Normalmente, el certificador le hará una serie de preguntas para obtener la siguiente información y poder calcular su oferta:

- Superficie útil del edificio.

- Plazo aproximado del proyecto de construcción.
- Balance energético aproximado inicial con el programa de planificación *Passivhaus* (si está disponible).
- Planos del diseño (iniciales; planos de planta, secciones transversales, alzados).
- Breve descripción del proyecto (uso, construcción, tipo).
- Coste total de la construcción.
- Experiencia con casas pasivas de los proyectistas (arquitectos y aparejadores).
- Otras características especiales del proyecto.

Si el presupuesto cumple sus expectativas, puede contratar al Certificador.

### Coste de la certificación

Los precios no están establecidos centralizadamente. Cada Certificador calcula su oferta de modo que queden cubiertos los gastos previstos para el riguroso control del edificio pertinente. Además, se incluyen unos honorarios razonables que todo Certificador abona al Instituto *Passivhaus* para cubrir los gastos de asistencia continua y recursos que se facilitan al Certificador.

## Procedimiento de certificación

Cada edificio certificado aparecerá en un mapamundi, pero la dirección exacta y el nombre del propietario no se proporcionarán. Este mapa puede consultarse en [www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → Certification → Buildings



Asimismo, recomendamos que se proporcione una descripción más precisa del edificio en la base de datos internacional de *Passivhaus*. Esta base de datos la consultan habitualmente los propietarios de edificios que buscan Diseñadores para proyectos de edificios utilizando los proyectos de referencia.

Base de datos *Passivhaus*:  
[www.passivehouse-database.org](http://www.passivehouse-database.org)

\*Nota del traductor. En España:  
[www.plataforma-pep.org/estandar/ejemplos-ph](http://www.plataforma-pep.org/estandar/ejemplos-ph)

Recomendamos encarecidamente que contacte con el Certificador en la fase inicial de la planificación para que pueda identificar cualquier problema en el proyecto de construcción y subsanarlo fácilmente en esta fase. Sin embargo, por lo general, también se puede solicitar la certificación una vez finalizado el edificio.

**Habitualmente el proceso de certificación engloba las siguientes fases:**

- **Comprobación inicial: al inicio del proyecto**  
El Certificador comprobará si el proyecto contiene características especiales y determinará como se deberían evaluar en la certificación del edificio.

- **Revisión preliminar: fase de proyecto.**  
Evaluación de los conceptos para el diseño, el aislamiento y las instalaciones del edificio, así como la versión preliminar del cálculo del programa de planificación *PHPP* para ser coherentes con los criterios de certificación. Este tipo de examen preliminar tiene particularmente sentido en caso de grandes proyectos y en casos en los que el equipo de planificación tiene poca experiencia con el Estándar *Passivhaus*.

- **Revisión de la fase de proyecto: previo al inicio de los trabajos de construcción**

Se deberá entregar al Certificador cualquier documentación del proyecto relacionada con el balance energético, así como los datos técnicos de los materiales de construcción y el cálculo completo del programa de planificación *Passivhaus PHPP*. Preferiblemente, se entregará antes del inicio de la construcción. Después de un minucioso estudio y comparación con el cálculo del balance energético, el Certificador informará al cliente de las correcciones necesarias. Si todo es correcto, el Certificador confirmará que estándar energético previsto se logrará con la ejecución del proyecto disponible. Ahora ya se puede empezar la ejecución de las obras de construcción.

- **Consultas relacionadas con la certificación:**  
de manera constante durante el proyecto y la construcción

Para la toma de decisiones sobre el proyecto que afecte al balance energético, puede resultar conveniente coordinarse con el Certificador en la fase inicial acerca del modo en que dichas decisiones se evaluarán en el contexto de la Certificación si el Diseñador *Passivhaus* está indeciso.



Passivhaus in Kassel, Stein Hennes



Winter Building, Hamburg, © Jörn Hustedt

Este aspecto es especialmente importante en caso de grandes proyectos y cuando los Diseñadores *Passivhaus* cuentan con menos experiencia. La comunicación constante durante el transcurso del proyecto fuera de los plazos concretos establecidos para la evaluación puede dar lugar a pérdidas de tiempo considerables para el Certificador; por lo tanto, es recomendable establecer claramente en el acuerdo si esto se incluye en el presupuesto.

- **Revisión final: después del final de obra**

Una vez finalizadas las obras de construcción, cualquier cambio en el proyecto se actualizará en la revisión final y se verificará la ejecución de los trabajos de construcción (p. ej.: ensayo de hermeticidad, documentación del equilibrado del caudal del sistema de ventilación, declaración de la dirección de obra).

**Verificación de la ejecución de los trabajos de construcción: opcional**

La verificación de la ejecución de los trabajos de construcción in situ no constituye de manera automática una parte del proceso de certificación. Sin embargo, tendría sentido un control de calidad adicional de los trabajos de construcción por parte de la autoridad certificadora si la dirección de obra no cuenta con ningún tipo de experiencia en la construcción de edificios *Passivhaus* o rehabilitaciones *EnerPHit*.

**Consideraciones del procedimiento de certificación en la programación del proyecto**

El Certificador requiere de cierto tiempo para comprobar detenidamente el proyecto. Este hecho ha de tenerse en cuenta en la programación del proyecto para evitar retrasos o para la ejecución de los trabajos de construcción antes de la autorización del Certificador. Sobre todo, es de aplicación en la revisión principal y aprobación posterior de los cambios en el proyecto. Igualmente, se debe planificar detenidamente el ensayo de hermeticidad, de modo que la hermeticidad de la envolvente del edificio debe estar finalizada, pero aún debe ser accesible.

Si se cumplen todos los criterios, **el propietario del edificio recibirá lo siguiente:**

- El certificado.
- Folleto complementario que contiene la documentación con el cálculo del balance energético y todos los valores característicos del edificio.
- Placa para instalar en la fachada (opcional).

La autenticidad del certificado se confirma mediante un número de identificación que el Instituto *Passivhaus* emite especialmente para el Certificador y cada edificio. Este número puede encontrarse en la parte inferior del certificado.

## Servicios de consultoría y balances energéticos



	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
34	Treated floor area m <sup>2</sup>			156,0		Criteria	criteria		Fulfilled?²				
35	Heating demand kWh/(m²a)			13	≤	15	-		yes				
36	Heating load W/m²			10	≤	-	10						
38	Cooling & dehum. demand kWh/(m²a)			-	≤	-	-		-				
39	Cooling load W/m²			-	≤	-	-						
40	Incency of overheating (> 25 °C) %			1	≤	10	-		yes				
41	Relative high humidity (> 12 g/kg) %			0	≤	20	-		yes				
43	Pressurization test result n <sub>50</sub> 1/h			0,2	≤	0,6	-		yes				
53	Energy (PE) PE demand kWh/(m²a)			40	≤	-	-		-				
55	PER demand kWh/(m²a)			32	≤	30	32						
56	Generation of renewable energy (in relation to pro-kWh/(m²a) projected building footprint area)			125	≥	120	124		yes				
70	When herein have been determined following the PHPP methodology and based on the characteristic PHPP calculations are attached to this verification.									Passive House Premium?	yes		
79	First name:	John		Surname:	Smith		Signature:						
81	Certificate ID:	01.06.17		Issued on:	01.06.17		City:	Darmstadt					

El diseño Passivhaus del proyecto constituye una fase relevante en la planificación de un edificio. La herramienta más importante para este propósito es el programa de planificación de *Passivhaus PHPP*. Un consultor energético utiliza el *PHPP* para calcular el balance energético y las demandas anuales.

El modelo del *PHPP* muestra exactamente las medidas a planificar y ejecutar para lograr el estándar *Passivhaus* o *EnerPHit*; p. ej.: el espesor del aislamiento térmico y la calidad de las ventanas y el sistema de ventilación.

El consultor energético también debe plantear sugerencias para la optimización del edificio, p.ej.: para evitar puentes térmicos, de modo que el arquitecto pueda utilizar esta información en el proyecto. Acto seguido, la planificación del proyecto y la ejecución junto con el cálculo del *PHPP* se entregan al Certificador para su comprobación.

Recomendamos que la planificación del proyecto *Passivhaus* se encargue a alguno de los

más de 5.000 **Diseñadores o Consultores *Passivhaus* certificados**, puesto que han recibido la formación correspondiente con un examen final establecido por el Instituto *Passivhaus*. Muchos de los Diseñadores y Consultores *Passivhaus* se han especializado en la construcción de edificios pasivos y cuentan además con una amplia experiencia práctica.

El Instituto *Passivhaus*, así como la mayoría de los Certificadores acreditados, ofrecen servicios de consultoría y planificación de proyectos *Passivhaus*. Sin embargo, para asegurar una evaluación imparcial, los Certificadores acreditados no podrán certificar un edificio en el que también hayan realizado la planificación del proyecto.

Para buscar un Diseñador o Consultor *Passivhaus* certificado puede consultar [www.passivhausplaner.eu](http://www.passivhausplaner.eu) → Search for Certified Passive House Designers



## Plataforma de certificación

### La plataforma de certificación

#### Certificador *Passivhaus*

1. Crea una cuenta de Diseñador para el Consultor *Passivhaus* y otras cuentas adicionales de supervisores para otros intervinientes implicados en el proyecto.
2. Crea un nuevo proyecto y personaliza la lista de verificación según las características del proyecto.
3. Revisa la documentación del proyecto que el Consultor *Passivhaus* ha cargado.



#### Diseño de proyecto y equipo de construcción

1. Recibe la información de acceso mediante un email automático enviado por la plataforma de certificación.
2. Accede a la plataforma.
3. Empieza a recopilar la documentación del proyecto siguiendo la lista de verificación debidamente estructurada.

El Instituto *Passivhaus* ha creado una completa [plataforma online](#), interactiva y gratuita, para Diseñadores y Certificadores. Esta plataforma se utiliza para comunicar y verificar todos los requisitos de los Criterios y sus progresos para lograr la certificación de un edificio.

El objetivo de la plataforma online es proporcionar una guía para los Diseñadores de edificios *Passivhaus* y Certificadores a través de los procesos de certificación. De este modo, se establece una garantía de calidad con los más altos niveles de calidad optimizando el proceso de toma de decisiones.

Una de las características fundamentales de la plataforma de certificación online es la capacidad para adaptar cada tipo de proyecto, desde proyectos de edificios nuevos hasta rehabilitaciones por fases, convirtiéndola en una valiosa herramienta para aplicar la garantía de calidad en proyectos *Passivhaus* y *EnerPHit*.

La plataforma está estructurada para permitir un flujo de trabajo interactivo con el apoyo de comentarios, recordatorios y casillas de verificación. Está diseñada para mejorar la garantía de calidad y optimizar el proceso de certificación.

La comunicación entre el equipo del proyecto y el Certificador se organiza minuciosamente en torno a una lista de verificación en la que se hace referencia a todos los aspectos relevantes relacionados con las dos principales áreas de enfoque: la eficiencia energética y la garantía de calidad.

En el caso de proyectos de rehabilitación por fases, cada actuación debe programarse adecuadamente y registrarse en detalle para permitir y optimizar mejoras en el futuro. La plataforma de certificación online centraliza la información, permitiendo al equipo establecer las fases de rehabilitación adecuadas. Llegado el momento de realizar la siguiente etapa de la reforma, la información con los trabajos ya finalizados estará disponible en la plataforma, a pesar de que el equipo hubiera cambiado.

La plataforma de certificación online constituye la columna vertebral del intercambio de toda la información que se produce durante el procedimiento de certificación entre el Diseñador y el Certificador. Asimismo, permite la creación de un registro del proceso.

La plataforma de certificación online se puede encontrar en [certification.passivehouse.com](https://certification.passivehouse.com)

### 3. Documentación a presentar



La documentación que se debe presentar al Certificador aparece enumerada en el apartado “**Documentos a presentar**” de los Criterios; entre otros, se incluyen los planos de la envolvente del edificio y las instalaciones del edificio y las fichas técnicas de los materiales relacionados con la eficiencia energética. El Certificador comprobará si la documentación entregada contiene la información exigida para la verificación y si corresponde con las entradas en el *PHPP*. El orden de apartados de este capítulo coincide con el orden de sección de los Criterios y de la plataforma de certificación.

Una planificación pormenorizada se considera absolutamente fundamental para la ejecución de trabajos de construcción de alta calidad in situ y conseguir edificios *Passivhaus* y rehabilitaciones *EnerPHit*. Si la planificación es **rigurosa**, no solo es posible obtener un resultado satisfactorio, sino que toda la documentación necesaria para la certificación ya estaría lista y tan sólo habría que presentarla en la plataforma de certificación. De este modo, el trabajo de recopilación y subida a la plataforma del Diseñador sería relativamente sencillo.

### Entrega electrónica de documentación

Toda la documentación se entrega electrónicamente a través de la **plataforma**, salvo que el Certificador lo acuerde de otro modo. La documentación en papel firmada, como el informe

del ensayo *Blower Door* se puede enviar escaneado.

### Componentes *Passivhaus* certificados

El amplio uso de componentes *Passivhaus* agiliza la planificación y certificación, ya que los valores energéticos característicos que están certificados de manera independiente para el cálculo del *PHPP* se encuentran disponibles para estos componentes. En principio, la instalación de productos no certificados está permitida; sin embargo, en este caso el hecho de tener que facilitar pruebas fehacientes de los valores característicos podría resultar un proceso largo y

Base de datos de componentes certificados:  
[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → [component database](#)

### Planos

Todos los planos deben entregarse en un **formato de archivo** que el Certificador pueda leer, normalmente en archivo .pdf, .dwg o .dxf. Estos planos deberán ser a escala e incluirán todas las **dimensiones** necesarias para determinar las mediciones relevantes (superficie de referencia energética, superficie de la envolvente, longitud de juntas, etc.). Todas las superficies de la fachada, ventanas, etc. Introducidas en el *PHPP* deben ser de fácil identificación en los planos. Si fuera necesario, se deben añadir a los planos marcas adicionales (con colores) y etiquetados o números de posición.

## Programa de planificación *Passivhaus* (PHPP)



La obtención del estándar energético definido por el Instituto *Passivhaus* siempre se verifica mediante el cálculo del balance energético utilizando el programa *PHPP*. Asimismo, el *PHPP* consiste en una **herramienta de planificación** de eficiencia energética para arquitectos y proyectistas especializados, que se caracteriza por su precisión y correcta organización.

La demanda energética que se calcula con el *PHPP* se ha comparado con el consumo energético obtenido en un gran número de edificios, obteniéndose excelentes coincidencias. El *PHPP* se usa a escala mundial y actualmente se encuentra disponible en más de 20 idiomas. Como complemento al *PHPP*, la herramienta de planificación en 3D ***designPH*** facilita la elaboración de diseños y el registro de datos.

### Preparación del balance energético con el *PHPP*

Recomendamos que encargue a un **Diseñador *Passivhaus* certificado** la preparación del cálculo del *PHPP* para su edificio. No obstante, cualquiera que esté suficientemente cualificado puede en principio preparar el cálculo del *PHPP* para certificaciones. Se recomienda la participación en un **taller *PHPP*** si no se tiene

experiencia en su uso. La formación como Diseñador *Passivhaus* certificado incluye igualmente un curso básico de esta herramienta.

El cumplimiento de los Criterios se debe verificar utilizando la última versión del *PHPP* que esté disponible al comienzo del proyecto. Sin embargo, la transferencia a una versión más actualizada introducida después de iniciarse el proceso de planificación no es necesaria. El cálculo del *PHPP* se debe entregar en un archivo Excel, no en .pdf ni impreso.

Los talleres ***PHPP*** se pueden consultar en [www.passivhausplaner.eu](http://www.passivhausplaner.eu) → Courses/Examinations → PHPP Workshops

El programa ***PHPP*** y ***designPH*** se puede comprar en [www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → PHPP → PHPP / designPH order form

## PHPP: normas para la certificación

A efectos de certificación, se deben presentar todas las hojas de cálculo pertinentes del *PHPP* del edificio correspondiente. Aquellas hojas del *PHPP* con estimaciones que no son pertinentes para el edificio deben aparecer en blanco; por ejemplo, la hoja “Aparatos-R” quedará en blanco si el edificio no cuenta con refrigeración activa. El uso de la hoja de cálculo “Terreno” es opcional. Si no se cumplimenta, el *PHPP* calculará las pérdidas de calor a través del terreno de manera simplificada.

Los Criterios especifican **condiciones límites** (“de contorno”) para el cálculo del *PHPP* que son de obligada aplicación. Por regla general, están ya preestablecidas en el *PHPP* y no pueden cambiar sin consultar con el Certificador.

De igual modo, a efectos de certificación, deben respetarse las normas de diseño descritas en el **Manual del PHPP**. Por ejemplo, en el manual se describe cómo se debe calcular la superficie de referencia energética.

Puesto que el *PHPP* es un archivo Excel, en principio el usuario tiene la opción de cambiar las fórmulas matemáticas. Esto permite una mayor flexibilidad de cálculo; por ejemplo, en caso de edificios con usos especiales.

No obstante, estos supuestos siempre se deben acordar con el Certificador. En el caso de edificios con usos comunes, como es el caso de edificios residenciales, oficinas y escuelas, las fórmulas por lo general no requieren ningún cambio. Habitualmente

el Certificador exporta los valores a un archivo del *PHPP* en blanco antes de la comprobación para descartar cualquier manipulación de la fórmula.

Esta Guía tan solo proporciona una perspectiva general de cómo los aspectos que afectan al rendimiento energético de un edificio se representan en el *PHPP*. Para obtener información más detallada sobre instrucciones de diseño, debe consultar el Manual del *PHPP*.

## Datos climáticos

Las condiciones límites o “de contorno” relacionadas con el clima juegan un papel importante para las demandas de calefacción y refrigeración, así como para determinar el dimensionamiento de los equipos. Tan sólo es posible obtener resultados realistas con el programa *PHPP* si se utiliza el conjunto de datos climáticos que corresponden con la ubicación del proyecto.

El *PHPP* funciona con conjuntos de datos climáticos que consisten en valores medios mensuales, complementado con datos para el cálculo de las cargas de calefacción y refrigeración y los factores de energía primaria renovable (*PER*) de ubicaciones concretas.

## Datos climáticos permitidos

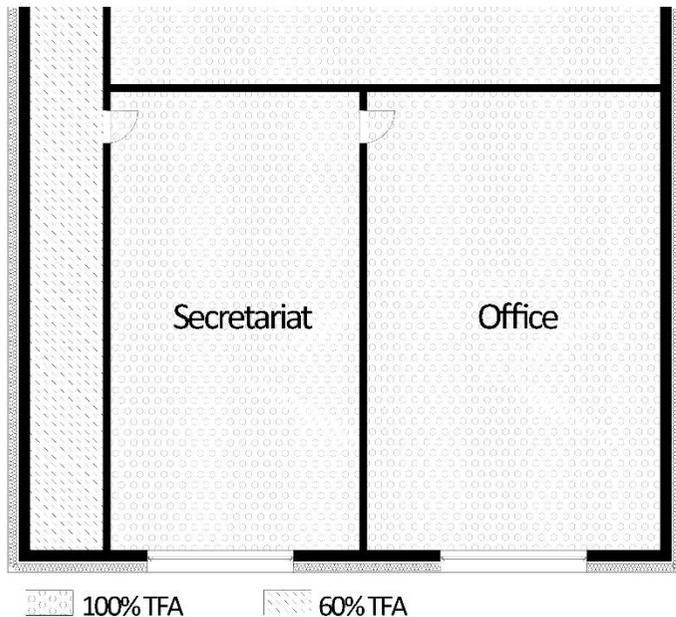
Tan solo se podrán utilizar a efectos de certificación de edificios los datos climáticos

verificados y aprobados por el Instituto *Passivhaus*. En el menú de la ficha “Clima” del *PHPP*, se pueden identificar mediante un número de **7 dígitos** delante del nombre de la ubicación.

Asimismo, el conjunto de datos climáticos **deberá coincidir con la ubicación del edificio**. La proximidad geográfica a una localización juega de manera natural un papel clave. El cálculo adicional de la parte superior derecha de la hoja “Clima” sirve de ayuda para realizar la selección. No obstante, las ubicaciones colindantes pueden tener climas muy diferentes si existen diferencias en las características geográficas; por ejemplo, áreas de costa e interior, cumbres y valles, ciudades y zonas rurales.

Por lo tanto, recomendamos encarecidamente que se **acuerde con el Certificador con suficiente antelación** el uso de un conjunto climático determinado. Si en el *PHPP* no hay disponible un conjunto de datos climáticos adecuado, el Certificador podrá encargar al Instituto *Passivhaus* la preparación de un nuevo conjunto de datos climáticos por unos honorarios determinados que cubran los costes del servicio.

## Documentos de planificación para la arquitectura



### Formatos de archivos y referencia al PHPP

Tal como se explica en la [página 22](#), las dimensiones y otros valores que se incluyen en el PHPP deben integrarse claramente en los planos, así como otra documentación justificativa, de modo que el Certificador pueda encontrarlos de manera fácil y rápida.

En concreto, los planos y otros archivos complementarios opcionales (por ejemplo, calculadoras Excel, diseños CAD, etc.) deben justificar y calcular estas tres importantes mediciones: la superficie de referencia energética (TFA por sus siglas en inglés), el volumen de la prueba de infiltraciones de aire y el volumen de los caudales de ventilación.

### Superficie de referencia energética

La superficie de referencia energética (TFA por sus siglas en inglés) consiste en el área en el que se basan todos los valores característicos en el PHPP. Esto quiere decir que la demanda total de energía—por ejemplo, para la calefacción de espacios—se divide por el número de metros cuadrados de la superficie de referencia energética, que da como resultado un valor específico por superficie. De este modo, se pueden concretar idénticos valores límites para

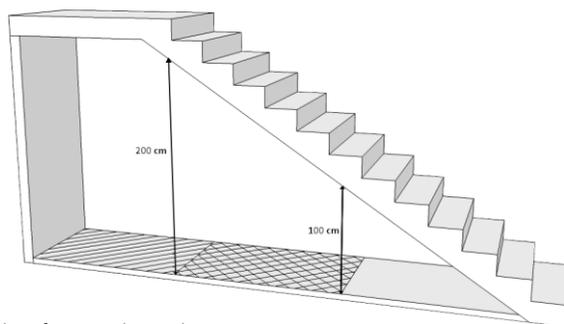
edificios de distinto tamaño y resulta sencillo comparar edificios. La superficie de referencia energética es aproximadamente equivalente a la superficie útil; la diferencia principal consiste en que la TFA no incluye la superficie ocupada por los tabiques interiores.

La **correcta determinación** de la TFA resulta absolutamente fundamental, pues es el denominador para el cálculo de los valores de superficie específicos de los Criterios. Si el Certificador calcula una superficie de referencia energética inferior, los valores de específicos por superficie aumentan y puede que el edificio no cumpla los Criterios o no sea certificado.

Las normas para determinar la superficie de referencia energética se describen en el Manual del PHPP en el apartado relacionado con la hoja “Superficies”. El cálculo debe documentarse con las dimensiones y estimaciones de cada estancia, bien en la hoja “Superficies” del PHPP o en una hoja Excel aparte. Los nombres de las estancias utilizados en este cálculo deben coincidir con los nombres utilizados en los planos de planta.

El artículo sobre [Diferenciación entre valores de Vv y Vn50](#) se puede consultar en: [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → Mechanical systems → Ventilation  
Cálculo de TFA y Vn50 en vivienda unifamiliar – ver la sección “documentos de ejemplo”

Ejemplo de estancias / áreas de acceso en edificios no residenciales.



Superficie de referencia de escaleras.

# Ejemplo de planos

## Emplazamiento

Los edificios colindantes, con sus alturas y distancias respecto al edificio objeto, se deben reflejar en el plano si arrojan sombras sobre el edificio. Si es posible, incluir la topografía.

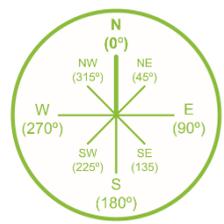
Ángulo de desviación desde el norte.

Vegetación colindante o cualquier otro elemento que arroje sombras sobre el edificio, incluyendo también altura y tipo de vegetación; por ejemplo, coníferas o caducifolios.

Identificación gráfica de la envolvente del edificio a efectos de certificación.



Consulte la página 27 para saber más sobre los formatos de archivo aceptados y requisitos generales.



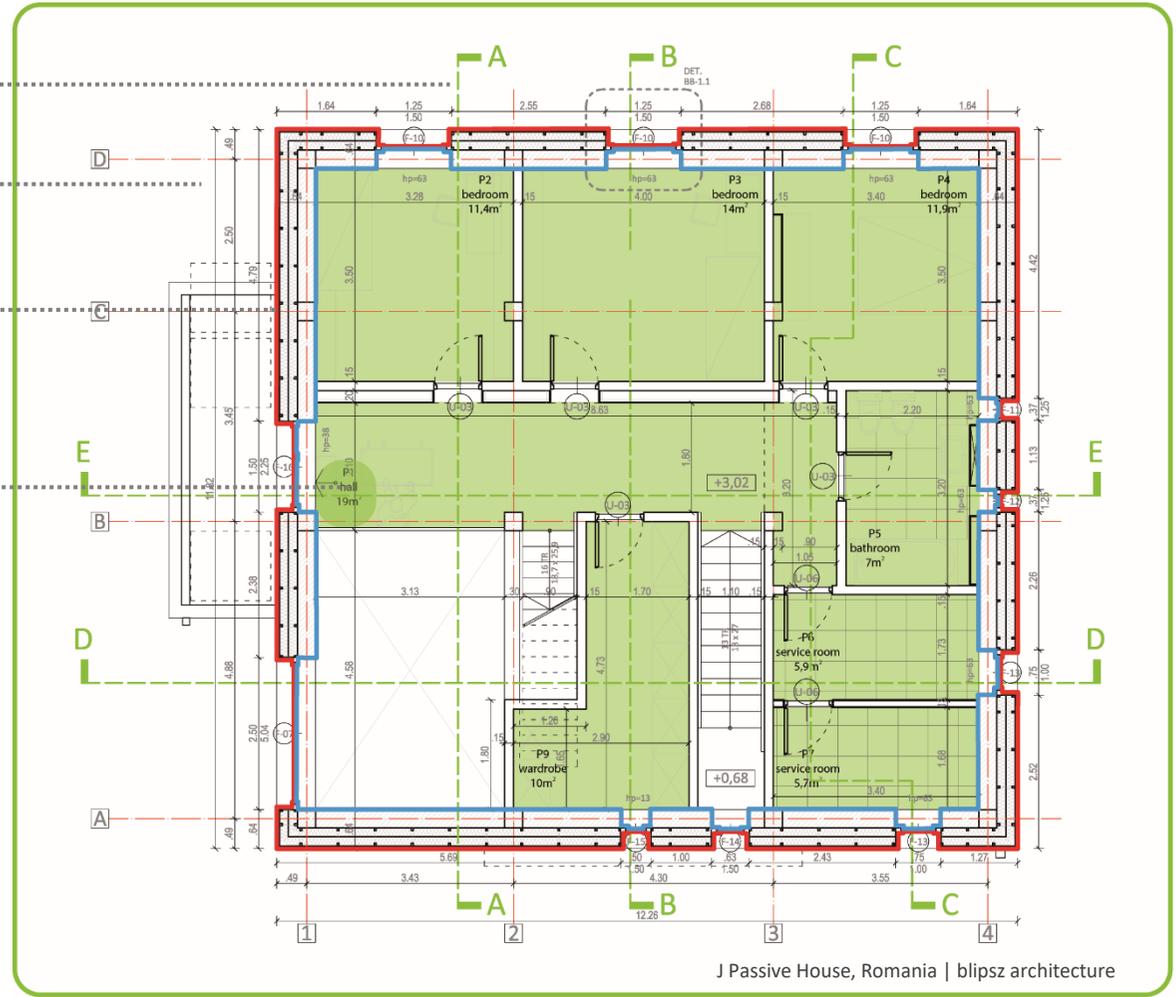
**Escala:** 1:200  
**Ángulo de desviación desde el norte:** 206 °  
**Dirección completa:** Passive House str. 1 Passive City, 12345  
**Coordenadas geográficas:** 44 °00`N, 25°30`E,  
**Altura sobre nivel del mar:** +/-0.00=556,0m

# Plano de planta

- Sección transversal
- Dimensiones
- Representación exacta y clara de cerramientos, ventanas y puertas.
- Identificación gráfica y cálculo de la superficie de referencia energética (*TFA*) asignada junto con la superficie calculada y nombres en clave y el porcentaje utilizado en el cálculo.
- Identificación gráfica de superficies donde la altura de la estancia es inferior a 1 m o 2 m para respaldar el cálculo de la superficie de referencia energética.
- Cualquier espacio contiguo no acondicionado (ej.: sin calefacción) debe marcarse y nombrarse como corresponda.

Escala:  
1:50  
o  
1:100

Consulte la página 27 para saber más sobre los formatos de archivo aceptados y requisitos



Identificación gráfica y mediciones externas de la envolvente térmica.

Identificación gráfica de la capa de hermeticidad.

# Sección

## Composición de la cubierta 1: cubierta vegetal

- 30 mm vegetación en cubierta
- 40 mm capa de tierra
- Perfil metálico
- Membrana geotextil.
- 70mm 15-30 g gravilla
- Capa drenante
- Capa para protección mecánica
- Membrana impermeable sintética, resistente a penetración de raíces
- 200 mm aislamiento térmico EPS + EPS para formación de pendiente
- 200 mm aislamiento térmico EPS
- Membranas para el control de la difusión de vapor de agua y barrera de vapor
- 130 mm forjado de hormigón armado
- Techo con placa de escayola

Correcta representación de cerramientos, ventanas, puertas, cubiertas y forjados.

Descripción de cada cerramiento de la envolvente, incluyendo capas heterogéneas, ej.: madera / aislamiento, con sus características: fabricante y producto, espesor, conductividad

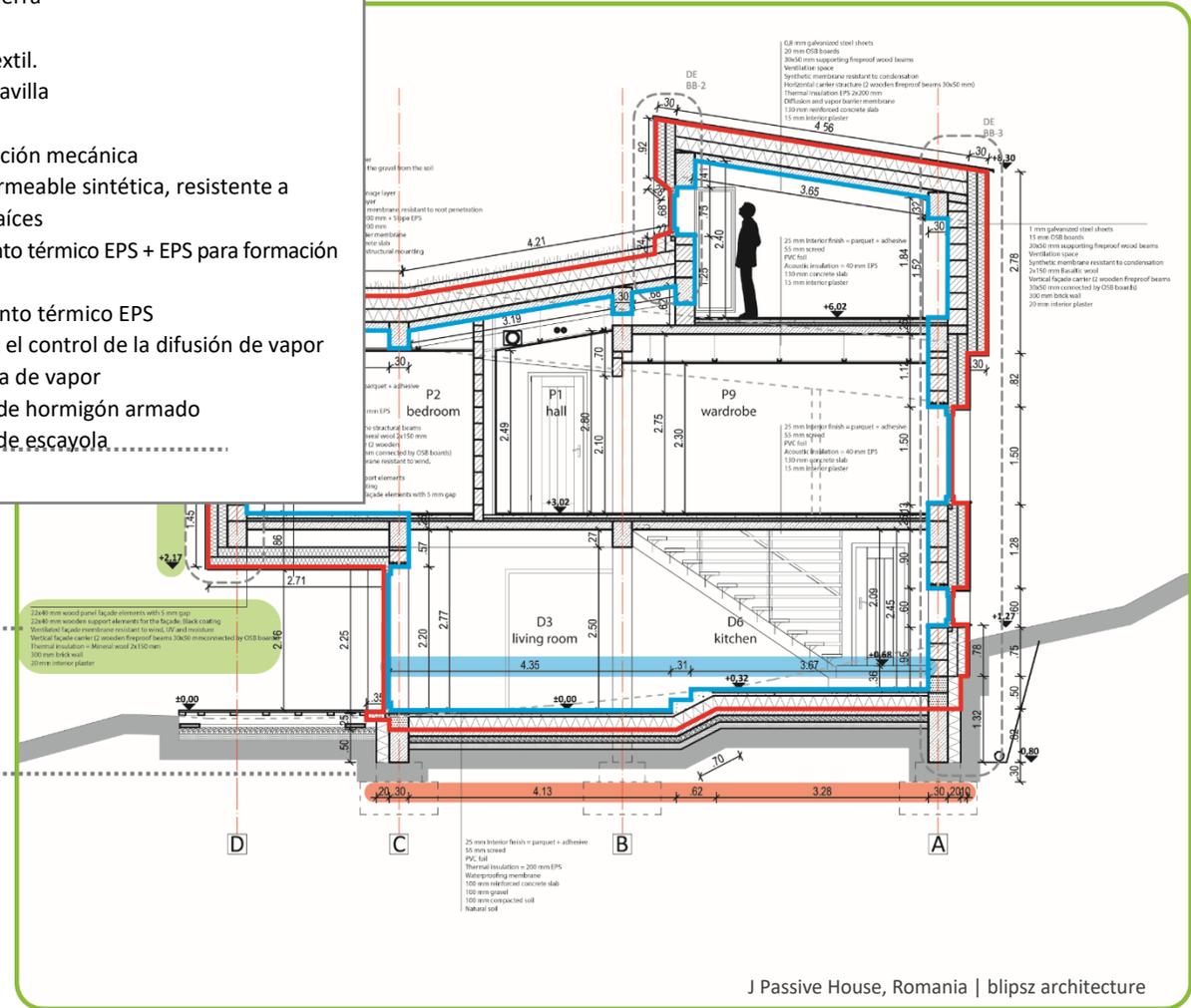
Dimensiones

Escala  
1:50  
o  
1:100

Consulte la página 27 para saber más sobre los formatos de archivo aceptados y requisitos generales.

Identificación gráfica y mediciones externas de la envolvente térmica.

Identificación gráfica de la capa de hermeticidad.



# Alzado

Indicar rejillas de aire de expulsión y exterior, tipos de rejas, distancia desde el suelo.

Si corresponde, asegurarse de nombrar e indicar claramente cualquier habitación adyacente no calefactada.

Indicar los diferentes tipos de superficies (ej. revestimientos, estuco,

Asegurarse de nombrar todas las superficies y ventanas utilizando el mismo tipo de nomenclatura en los planos, en la tabla resumen de carpintería exterior y en el PHPP.

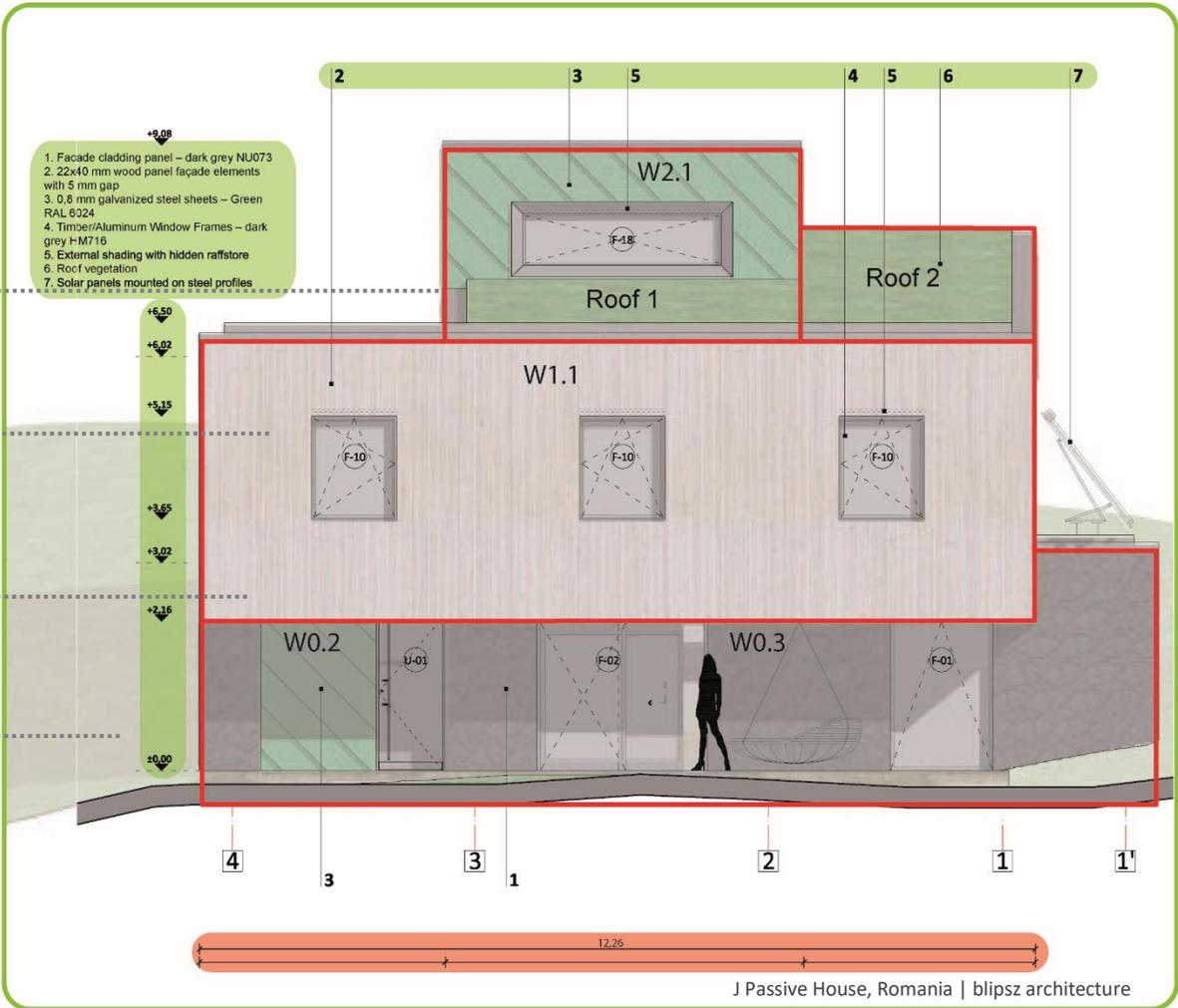
Correcta representación de cerramientos, ventanas y puertas.

Asegurarse de indicar claramente las superficies de muros en contacto con el terreno, así como la cota inferior para muros semienterrados.

Dimensiones

Escala:  
1:50  
o  
1:100

Consulte la página 27 para saber más sobre los formatos de archivo aceptados y requisitos generales.



Identificación gráfica y mediciones externas de la envolvente térmica.

## Detalles constructivos

Los **planos de detalles constructivos** se deben preparar y enviar al Certificador para **todas las uniones y conexiones** de la envolvente del edificio. Los detalles de puentes térmicos se deben identificar de manera sencilla en el **PHPP**.

Espesor en mm de las capas heterogéneas.

Descripción de cada elemento del detalle constructivo (incluidas las capas heterogéneas), fabricante y nombre de los productos, espesor [mm], conductividad térmica.

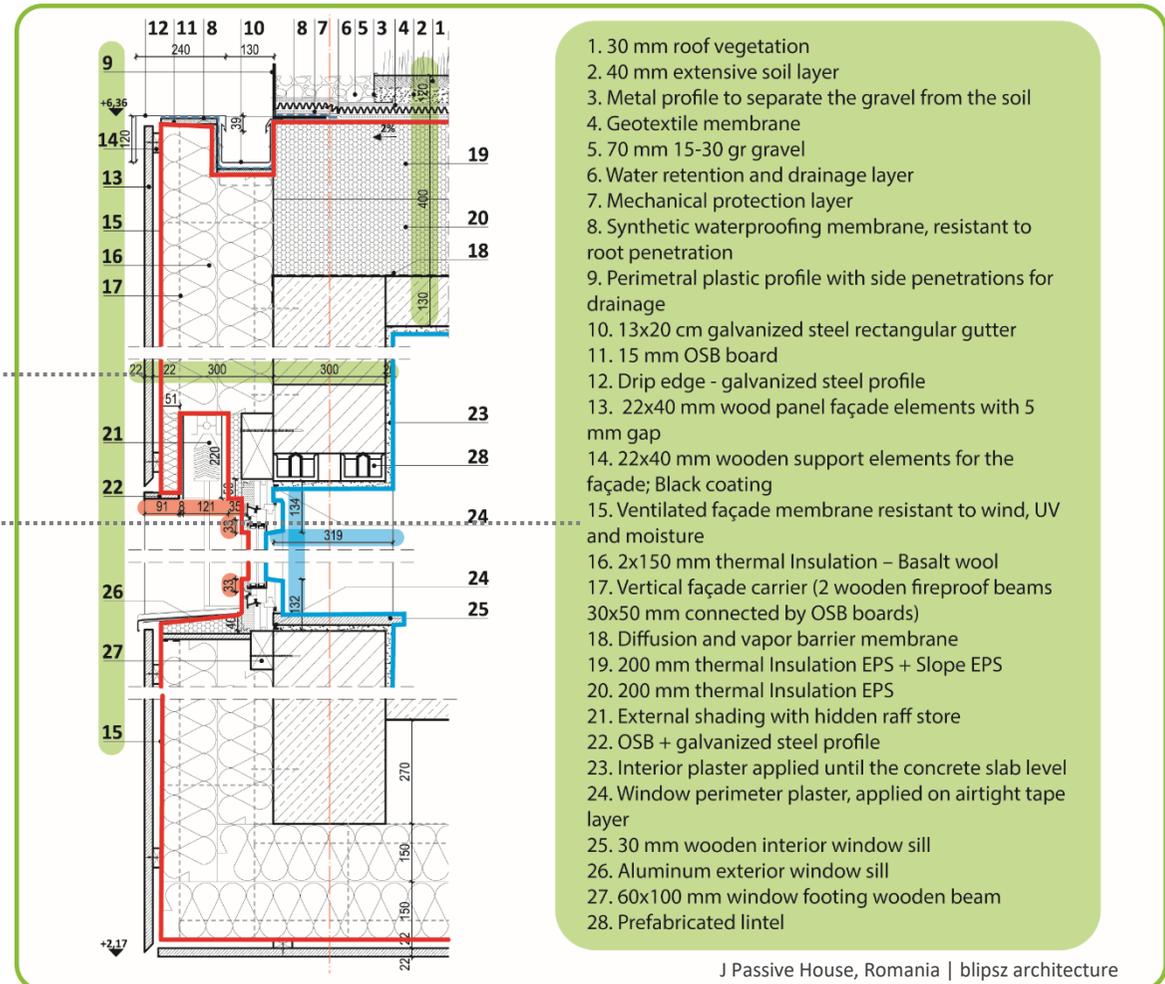
Para materiales de hormigón o albañilería:

- a| Clase de resistencia
- b| Grado de refuerzo
- c| Densidad de volumen

Escala:

- 1:5
- o
- 1:10
- o
- 1:20

Consulte la página 27 con los formatos de archivos aceptados y requisitos generales.

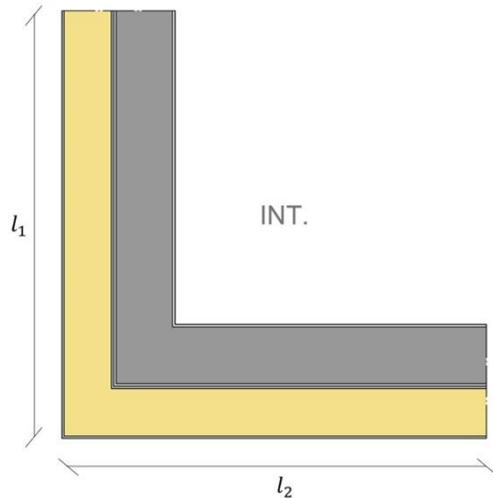


1. 30 mm roof vegetation
2. 40 mm extensive soil layer
3. Metal profile to separate the gravel from the soil
4. Geotextile membrane
5. 70 mm 15-30 gr gravel
6. Water retention and drainage layer
7. Mechanical protection layer
8. Synthetic waterproofing membrane, resistant to root penetration
9. Perimetral plastic profile with side penetrations for drainage
10. 13x20 cm galvanized steel rectangular gutter
11. 15 mm OSB board
12. Drip edge - galvanized steel profile
13. 22x40 mm wood panel façade elements with 5 mm gap
14. 22x40 mm wooden support elements for the façade; Black coating
15. Ventilated façade membrane resistant to wind, UV and moisture
16. 2x150 mm thermal Insulation – Basalt wool
17. Vertical façade carrier (2 wooden fireproof beams 30x50 mm connected by OSB boards)
18. Diffusion and vapor barrier membrane
19. 200 mm thermal Insulation EPS + Slope EPS
20. 200 mm thermal Insulation EPS
21. External shading with hidden raff store
22. OSB + galvanized steel profile
23. Interior plaster applied until the concrete slab level
24. Window perimeter plaster, applied on airtight tape layer
25. 30 mm wooden interior window sill
26. Aluminum exterior window sill
27. 60x100 mm window footing wooden beam
28. Prefabricated lintel

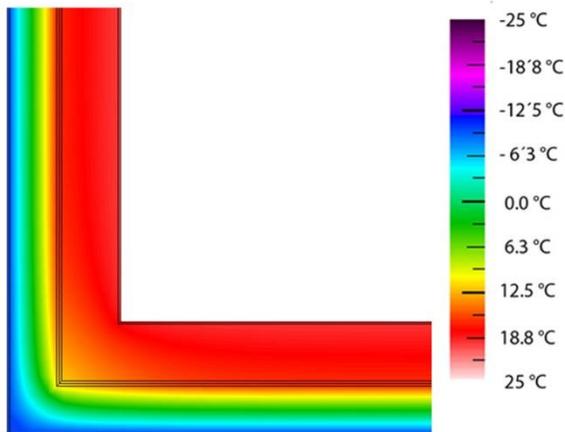
J Passive House, Romania | blipsz architecture

Identificación gráfica y mediciones externas de la envolvente térmica.

Identificación gráfica de la capa de hermeticidad.



	Insulation ( $\lambda = 0.035 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
	Internal Render ( $\lambda = 0.70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
	External Render ( $\lambda = 0.87 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
	Glue ( $\lambda = 0.87 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
	Brick Wall ( $\lambda = 0.42 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )



## Verificación obligatoria de productos

- Fabricante, nombre del producto y fichas técnicas, especialmente importante para **materiales aislantes** con muy baja conductividad térmica ( $<0,032 \text{ W}/(\text{mK})$ ). Se admiten conductividades ratificadas ( $\lambda_R$ ) a largo plazo conforme a estándares nacionales de productos o aprobados por la autoridad competente en edificación.
- En climas calurosos o muy calurosos: verificación de las **características de radiación** de la superficie exterior de muros y cubiertas.
- **Verificación del comportamiento ante humedad** (ver más abajo), en concreto en el caso de aislamiento por el interior y en climas húmedos y calurosos (en caso de dudas por parte del Certificador en cuanto a la protección contra la acumulación de humedad excesiva).

## Cálculo de puentes térmicos

Los edificios *Passivhaus* se deben diseñar **libres de puentes térmicos** en la medida de lo posible, simplificando también la certificación *Passivhaus*. Este es el caso cuando el espesor del aislamiento no se reduce en las conexiones y también si no se producen penetraciones en la capa de aislamiento mediante materiales con una alta conductividad térmica. Si este fuera el caso, los cálculos de los

puentes térmicos no serán necesarios para la verificación *Passivhaus*.

El uso de sistemas constructivos certificados *Passivhaus* con detalles predefinidos de uniones facilita la construcción libre de puentes térmicos.

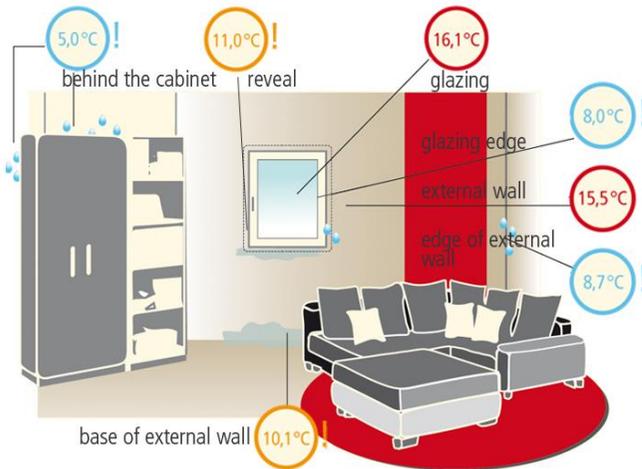
Si no se pueden evitar los puentes térmicos, se debe verificar el coeficiente de puente térmico (valor  $\Psi$ ) para cada uno de ellos. Cuando sea posible, valores documentados de construcciones similares se podrán considerar una verificación suficiente. Si existen leves diferencias, se deberá utilizar un valor ligeramente superior como estimación conservadora. En el resto de casos, será necesario el cálculo de puente térmico conforme a la norma EN ISO 10211.

Información sobre los puentes térmicos calculados de las todas uniones de los sistemas constructivos certificados *Passivhaus* está disponible bajo solicitud al fabricante. Esta información se admite como verificación del coeficiente de puentes térmicos si la ejecución real corresponde en gran parte con los detalles calculados.

Los sistemas constructivos y muros certificados se pueden consultar en [www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → [component database](#) → [Building services](#)

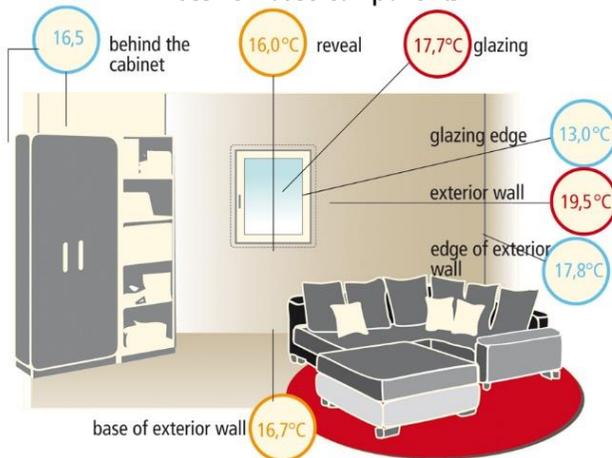
La documentación sobre [cálculo de puentes térmicos](#) para uniones adyacentes al **aire exterior** y **terreno** se puede consultar en el apartado “Ejemplos de documentación”.

Old situation: cold surfaces can lead to humidity-related damages



Conditions: external temperature -5°C | indoor temperature 20°C

New situation: refurbished with Passive House components



conditions: external temperature -5°C | indoor temperature 20°C

## Verificación de protección anti-humedades

Para la mayoría de las construcciones *Passivhaus* habituales, evidencias sobre la protección anti-humedades no son necesarias. El Certificador tan solo exigirá verificación en casos excepcionales cuando existan dudas respecto al correcto funcionamiento del cerramiento en el edificio.

## Verificación de la protección anti-humedades en aislamientos por el interior (en climas que requieran calefacción)

En el caso de aislamientos por el interior, con frecuencia resulta difícil proporcionar una verificación de la protección antihumedad. A estos efectos es ideal realizar una **simulación higrotérmica**. Esta proporcionará amplia información sobre el proceso que se desarrolla en el interior del cerramiento del edificio y es, por tanto, adecuada para evaluar la eficiencia funcional y durabilidad de las construcciones. Los requisitos esenciales para obtener una evaluación positiva de una construcción en el contexto de la certificación de edificios se cumple si:

- **La durabilidad** no se reduce por las mejoras de aislamiento, y
- no es probable que se produzca deterioro debido a las mejoras, o bien, se influye positivamente con el uso de aislamiento por el interior en una construcción que anteriormente era problemática.

Se considerará que estos Criterios se han cumplido si:

- No se produce **acumulación de humedad**.
- No se supera el contenido de humedad crítico de los materiales del edificio.
- Se considera escaso el **riesgo de desarrollo de moho** en las siguientes capas de los componentes del edificio: en el antiguo yeso o mortero interior, en el nuevo aislamiento interior y en la nueva superficie de acabado interior.

## Verificación de la protección anti-humedades en otros casos

Otros casos en los que se requerirá la verificación de la protección anti-humedades son, entre otros: mejoras de aislamiento en climas húmedos y calurosos y en ciertas construcciones de cubiertas planas en climas en los que se necesita calefacción.

## Ventanas y puertas

En el programa *PHPP* los valores característicos de las ventanas exteriores se calculan por separado partir de la información del producto de los componentes de ventana individuales (consulte la siguiente tabla).

Las verificaciones que indican tan sólo valores característicos para una ventana completa de un tamaño estándar (valor  $U_w$ ) no son suficientes para obtener la certificación. Además de los valores de ventana en fachada, también es necesaria la

verificación de muros cortina, puertas acristaladas y ciegas, ventanas en cubierta, bóvedas o aberturas para extracción de humos, entre otros. Las siguientes observaciones también se aplican a estos productos:

### Resumen de componentes de ventanas y valores característicos a verificar

Verificación obligatoria				
Componente	Producto	Valor característico		Observaciones
Acristalamiento	Fabricante y nombre de producto	Coeficiente de transmisión térmica (valor $U_g$ )	Certificado <i>Passivhaus</i> o cálculo del fabricante conforme a la norma EN-673 ( $U_g$ ) y EN410 (valor-g) → <a href="#">ejemplo de verificación</a> (consulte el apartado “Ejemplos de documentación”).	Hasta dos cifras decimales para valores menores de 1,0; sólo valores basados en modelos; no valores obtenidos de pruebas físicas.
		Coeficiente de ganancia de energía solar (valor-g)		Hasta dos cifras decimales.
Marco	Fabricante y nombre del producto del marco	Coeficiente de transmisión térmica (Valor $U_f$ )	Certificado <i>Passivhaus</i> o verificación matemática según la norma EN ISO 10077-2 → <a href="#">ejemplo de verificación</a> (consulte el apartado “Ejemplos de documentación”).	Hasta dos cifras decimales para valores menores de 1,0; sólo valores basados en modelos; no valores de pruebas físicas.
		Ancho del revestimiento del marco	Del certificado <i>Passivhaus</i> o diseños de los contornos de los perfiles.	
	Fabricante y nombre del producto del espaciador	Puente térmico del borde de vidrio	Valores tabulares adecuados recogidos en el listado de espaciadores certificados <i>Passivhaus</i> , del certificado de marco de ventanas <i>Passivhaus</i> (solo si coincide la misma combinación de marco y espaciador), o bien, → <a href="#">ejemplo de verificación</a> (consulte el apartado “Ejemplos de documentación”); → <a href="http://www.passivehouse.com">www.passivehouse.com</a> → <a href="#">Base de datos de componentes</a> → <a href="#">Spacers</a>	
Instalación en el muro		Puente térmico de la instalación	Certificado <i>Passivhaus</i> (si la situación de la instalación coincide), ejemplos de situaciones de instalación del manual de usuario del <i>PHPP</i> u otros catálogos de puentes térmicos (si coinciden) o cálculos de puentes térmicos → <a href="#">ejemplo de verificación</a> (consulte el apartado “Ejemplos de documentación”).	
Elementos de sombreado	Posible fabricante y nombre del producto	Factor de reducción para la protección temporal del sol tales como persianas o cortinas enrollables	Por ejemplo: valor tabular del manual de usuario <i>PHPP</i> , en la sección de “Sombreado; información sobre las normas de la protección solar” (manual/automática).	
Ventanas (general)	Plano de carpintería exterior del fabricante con las medidas y la información del producto en cuanto a marcos, acristalamientos y espaciadores para cada tipo de ventana.			

## Plano de carpintería exterior

Asegurarse de usar la misma nomenclatura entre los planos y el PHPP

Dimensiones

Tipo de acristalamiento y marco (valores-U, lambda)

Superficie

Materiales

Escala:  
1:50  
o  
1:100

Nombre	Puerta 1	Ventana 1	Ventana 2
Unidades	2	6	2
Dimensiones	1 x 2,255 m	1,2 x 1,55 m	2,06 x 2,285 m
Acristalamiento	"Acristalamiento XY"	"Acristalamiento XY"	"Acristalamiento XY"
	$U_g = 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$U_g = 0,56 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$U_g = 0,56 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
	Factor solar $g = 0,55$	Factor solar $g = 0,50$	Factor solar $g = 0,50$
Marco	"Marco XY", "Espaciador XY"	"Marco XY", "Espaciador XY"	"Marco XY", "Espaciador XY"
	$U_f = 0,59 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$U_f = 0,59 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$U_f = 0,59 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
	Madera con Poliuretano (PU)	Madera con Poliuretano (PU)	Madera con Poliuretano (PU)
Ancho visible de marco	lqz. 0,16m; dcha. 0,08m; superior 0,08m; inferior 0,16m	lqz. 0,11m; dcha. 0,11m; superior 0,11m; inferior 0,11m	lqz. 0,11m; centro 0,12m; dcha. 0,04m; sup. 0,11m/0,04m; inf. 0,1m/0,04m
Puente térmico de espaciador de vidrio	$\Psi_{\text{espaciador vidrio}} = 0,049 \text{ W}/\text{mK}$	$\Psi_{\text{espaciador vidrio}} = 0,029 \text{ W}/\text{mK}$	$\Psi_{\text{espaciador vidrio}} = 0,029 \text{ W}/\text{mK}$

CERTIFICATE
Passive House Institute  
Dr. Wolfgang Feist  
64283 Darmstadt  
Germany

Certified Passive House Component  
Component-ID: 1234 ws12





Category: **Window system**  
 Manufacturer: **Example Window Ltd.  
Example City  
Germany**  
 Product name: **Passive Window Plus**

This certificate was awarded based on the following criteria for the cold climate zone

Comfort	$U_{W} = 0.59$	$\leq 0.60 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
	$U_{W, \text{ installed}}$	$\leq 0.65 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
	with $U_{g}$	$= 0.52 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$



Hygiene	$f_{\text{Rsi} \geq 0.25}$	$\geq 0.75$
Airtightness	$Q_{100} = 0.16$	$\leq 0.25 \text{ m}^3/(\text{h m})$



Passive House efficiency class: phE phD phC phB **phA**

www.passivehouse.com

## Explicación de terminología

### Coeficiente de transmisión térmica del acristalamiento (valor- $U_g$ ).

Este valor describe el efecto del aislamiento térmico del acristalamiento (sin el borde de vidrio). Cuanto menor sea el valor, menor será la pérdida de calor en el invierno y la ganancia de calor durante el verano. Con valores por debajo de  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a la verificación siempre se le tendrá que asignar dos cifras decimales. Si no es posible, el Certificador usará un valor menos favorable al redondear.

Verificación mediante:

- Certificado *Passivhaus*.
- Cálculo según norma EN 673 o ISO 15099 facilitado por el fabricante.

### Transmisión de energía (valor-g)

Este valor se refiere al porcentaje de radiación solar que impacta en la superficie exterior de la ventana y que entra al edificio a través del acristalamiento, actuando como fuente de calor (periodo de calentamiento) o como carga de calor (periodo de enfriamiento). Oscila entre 1 (pasa toda la radiación) y 0 (la radiación no pasa).

Verificación mediante:

- Certificado *Passivhaus*.
- Cálculo según norma EN 410 o ISO 15099 facilitado por el fabricante.

### Transmisión térmica del marco (valor- $U_f$ )

Este valor describe el aislamiento térmico del marco de la ventana. Tan sólo se podrán utilizar los valores calculados a efectos de la certificación *Passivhaus*, y no los de ensayos físicos. En caso de marcos de plástico, se debe tener en cuenta cualquier tipo de refuerzo.

Verificación mediante:

- Certificado *Passivhaus*.
- Cálculo según norma EN ISO 10077-2.

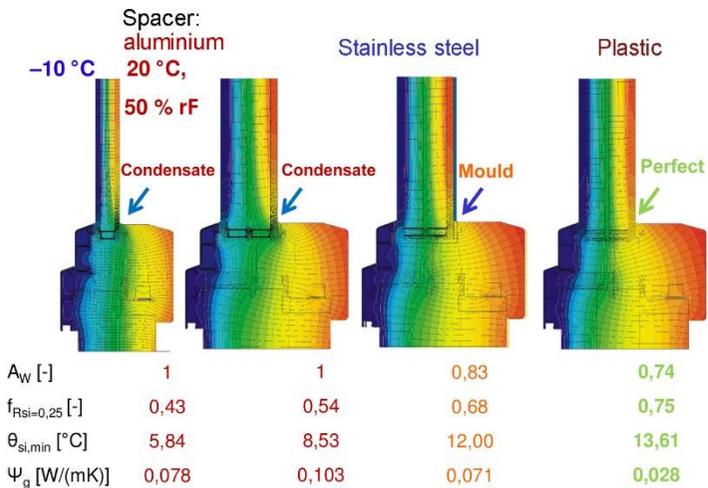
### Puente térmico de borde de vidrio ( $\Psi_{\text{borde vidrio}}$ )

El valor para el puente térmico de borde de vidrio representa las pérdidas de calor adicionales debidas al espaciador entre los vidrios. Está determinado por las características térmicas del espaciador, la composición del acristalamiento y la posición del mismo dentro del marco.

Verificación mediante:

- El puente térmico de borde de vidrio se indica en el certificado *Passivhaus* del marco de ventana correspondiente. Si se utiliza el mismo espaciador que el indicado en el certificado, se puede usar este valor a efectos de certificación.
- Para los espaciadores certificados *Passivhaus* los valores de puente térmico de borde de vidrio están disponibles para un amplio número de tipos de marcos. Se pueden utilizar los valores del tipo de marco que mejor corresponda a las ventanas empleadas.

*Nota:* a veces, se aplican requisitos especiales para aislamiento acústico, seguridad o privacidad de ciertas ventanas. A menudo, tiene un impacto importante y negativo sobre los valores  $U_g$  y g. A efectos de certificación, estos valores deben verificarse en cada ventana e incluirse en el *PHPP* durante la planificación preliminar.



Borde de vidrio, clima frío, templado.



Picture: pro passivhausfenster GmbH

- Se pueden utilizar los valores recogidos en las tablas si van del lado de la seguridad. Por lo general, el puente térmico de borde de vidrio es menor si el acristalamiento es más grueso o si el marco cubre más superficie del mismo y además si esta parte está mejor aislada. Estas reglas se pueden aplicar para averiguar si los valores en tablas para cada localización se pueden justificar.
- El cálculo del puente térmico para la combinación específica de marco y espaciador se basa en la norma ISO 10077-2.

### Puente térmico de la instalación ( $\Psi_{\text{instalación}}$ )

Se producen pérdidas (invierno) y ganancias (verano) adicionales de calor donde el marco de la ventana se apoya en el muro. El *PHPP* las representa como “puentes térmicos de la instalación”. El puente térmico de la instalación es menor si la ventana se instala en la capa de aislamiento y el marco se cubre con aislamiento por el exterior.

Advertencia: el *PHPP* incluye un valor tipo del puente térmico de la instalación de 0,040 W/(mK), que se puede tomar como valor inicial para ahorrar tiempo cuando se empieza a diseñar un edificio. No se trata de un valor por defecto, sino que representa una instalación de ventana planteada de manera razonable. Las instalaciones poco detalladas pueden obtener valores  $\Psi$  notablemente más altos. A efectos de certificación, es necesario verificar el valor  $\Psi$  exacto del puente térmico de la instalación.

Se debe preparar un detalle constructivo para cada disposición de montaje de cada lado de la ventana (superior, inferior y lados), así como para variantes de ejecución con o sin elementos de sombreado, etc. También se debe reflejar en el detalle la distancia entre la cara exterior del revestimiento y la cara exterior del acristalamiento, al ser relevante para el cálculo de las sombras en el *PHPP*.

Verificación mediante:

- Certificación de un componente apto *Passivhaus*, también se calculan los puentes térmicos de la instalación para diferentes situaciones de instalación. Estos valores se pueden utilizar si los detalles de la instalación del certificado coinciden con los del proyecto real.
- Valores verificados de prontuarios (siempre que los detalles de la instalación del prontuario coincidan con los del proyecto actual).
- Otros detalles tipo a utilizar aparecen recogidos en manual del usuario del *PHPP*.
- Si no se puede estimar el valor de ningún otro modo, será necesario calcular el puente térmico de la instalación para las ventanas que haya en el edificio. Los cálculos simplificados en los que la conductividad térmica del valor- $U_f$  del marco de la ventana se modeliza con un único panel equivalente sustituyendo al marco real en el cálculo del flujo de calor puede conducir a resultados incorrectos y tan sólo se podrá utilizar esta metodología tras consulta con el Certificador.

Base de datos de componentes:

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → component database

[Marcos de ventana](#)

[Espaciadores](#) (bordes de vidrio)

[Acristalamientos](#)

## Elementos de sombra



Se debe entregar una hoja de cálculo con los **elementos de sombra móviles**, en la que se indiquen los tipos de elementos, y si procede, su geometría. Existen tres posibilidades para verificar el factor de reducción por sombreado:

- Factores tipo de la tabla del apartado “Sombreado temporal” en el manual de usuario del PHPP.
- Utilizando los valores calculados por el fabricante. En este caso, el valor  $U_g$  del acristalamiento instalado en el edificio no debe ser mayor al utilizado en el cálculo del fabricante.
- Cálculo según la norma EN 13363.

### Elementos de sombra fijos

Se debe entregar una sección transversal detallada de los **elementos de sombra fijos** en la que se indiquen las características de sombreado pertinentes para el PHPP.

Por favor, consulte el manual de PHPP para información más detallada sobre el cálculo de sombras.

Normalmente se trata de la distancia vertical y horizontal desde el borde de sombra más alejado del elemento hasta el extremo superior del acristalamiento.

### Cálculo

Los resultados de programas o herramientas de terceros no deben ser utilizados para la certificación. Se deben utilizar siempre los algoritmos de sombreado de PHPP.

Se hace una distinción entre las tres situaciones de sombreado más comunes:

- Sombra por obstáculos en el horizonte
- Sombra por rretranqueo de la ventana
- Sombra debida a voladizos

Alternativamente, el cálculo de sombras de DesignPH 2 puede usarse para la certificación. Las sombras complejas pueden ser analizadas con detalle y exportadas a PHPP como factores de sombra.

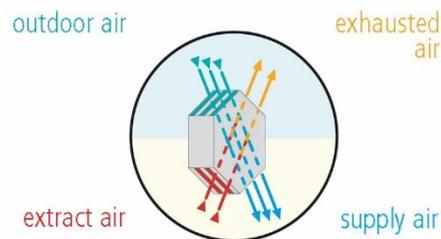
Más detalles sobre designPH se pueden encontrar en:

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → PHPP → designPH

## Ventilación



Picture: Aerex Haustechniksysteme



Recuperación de calor de la ventilación

Se puede consultar el listado de sistemas certificados de ventilación con capacidad inferior o mayor a 600m<sup>3</sup>/h) en la base de datos de componentes en [www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → [component database](#) → [Building services](#)

Para garantizar una excelente calidad del aire, los edificios *Passivhaus* siempre cuentan con un confortable **sistema de ventilación mecánica que ventila todas las estancias del edificio**. En la mayoría de los climas, un recuperador de calor garantiza que las pérdidas de calor por ventilación permanezcan extremadamente bajas.

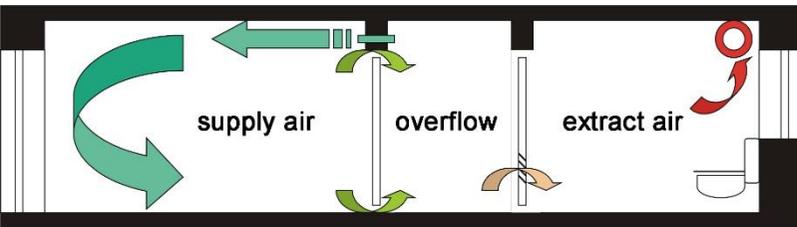
### Unidad de ventilación

El rendimiento del recuperador de calor del sistema de ventilación juega un papel importante en la demanda de energía de una *Passivhaus*. La eficacia de la recuperación de calor indica el porcentaje de calor del aire viciado extraído de las estancias y expulsado del edificio, que se transfiere al aire fresco del exterior y se suministra a las estancias. Los dispositivos modernos tienen un rendimiento de hasta un 90 % o superior, por lo que se pierde muy poco del calor requerido en invierno, o bien, se gana muy poco en verano.

Para obtener un cálculo realista de las pérdidas de calor de la ventilación en el *PHPP*, es fundamental determinar el rendimiento del recuperador de calor que se utilice mediante un grupo de **mediciones** de la temperatura en los dos conductos que conectan el dispositivo con el exterior (aire exterior y aire de extracción).

Asimismo, no debe haber condensación dentro del intercambiador de calor durante la medición. En la mayoría de los procedimientos de evaluación, la diferencia de temperatura se mide en los conductos desde el lado de la estancia (aire de impulsión y aire de extracción). Estos valores no son adecuados para obtener un balance energético preciso y, por tanto, no se permite su uso en el programa *PHPP*.

Para dispositivos con **certificado *Passivhaus*** los valores de rendimiento están verificados correctamente, por lo que pueden utilizarse directamente en el *PHPP* y en la certificación, siempre y cuando el dispositivo funcione en el rango de rendimiento indicado en el certificado. Para dispositivos no certificados, puede resultar complicado calcular los valores de rendimiento permitidos. Puede que sea necesario aplicar un factor de seguridad para garantizar que el edificio funciona realmente como una *Passivhaus*. En el supuesto de dispositivos no certificados, el rendimiento de recuperación de calor aplicable deberá aclararse indudablemente con el Certificador en la fase inicial. En encargos de mayor envergadura (ej. edificios de varias plantas) a menudo se puede convencer a los fabricantes de aparatos de ventilación de las ventajas de la certificación del producto.



Zonificación de sistemas de ventilación de confort con aire de impulsión y extracción y recuperación de calor.



Termografía de las tuberías del aire de impulsión

En segundo lugar, se debe comprobar la **demanda eléctrica** del aparato de ventilación en vatios-hora por metro cúbico del aire de impulsión. Este valor se establece en el volumen de aire predeterminado previsto para el edificio y debe incluir la demanda para la unidad de control del equipo. Este valor también se puede obtener del certificado *Passivhaus*. Para los aparatos no certificados se aceptan los valores de volumen de aire y pérdida de presión calculados por el fabricante en el edificio objeto en cuestión.

### Dimensionamiento del sistema de ventilación

A efectos de certificación, el Diseñador deberá presentar las dimensiones completas del sistema planificado con al menos la siguiente información:

- Dimensionamiento del **volumen de aire total** y los **volúmenes de aire individuales** en cada válvula y las aberturas de transferencia de aire.
- Para ciertos edificios el Certificador puede requerir el cálculo de las pérdidas de presión en la red de conductos y la demanda de electricidad resultante (incluida la demanda en modo de espera y la demanda eléctrica del equipo de control).

Requisitos del volumen de aire:

- **Edificios residenciales:** caudal promedio de 20-30 m<sup>3</sup>/h por persona, con una renovación mínima de aire de 0,3 según los cálculos del PHPP; en el PHPP se utiliza el caudal medio y no el caudal máximo (de diseño).

- **Edificios no residenciales:** se deberá determinar el caudal de aire para el proyecto en concreto, con 15-30 m<sup>3</sup>/h por persona (para usos especiales se podrá requerir un mayor volumen); se debe tener en cuenta las diferentes horas y fases de funcionamiento; se debe entregar la confirmación por escrito del propietario o usuario del edificio en relación con el modo y horario de funcionamiento.
- **Evitar el aire seco:** durante el periodo de calefacción, evitar los intercambios de aire excesivos que den lugar a niveles de humedad relativa inferiores al 30 %, según la ficha del programa PHPP "Ventilación".
- El volumen de aire de la ventilación debe ser regulable a la demanda real, permitiendo en los edificios residenciales el ajuste para cada una de las estancias; se recomiendan tres configuraciones: caudal predeterminado, caudal predeterminado + 30 % y caudal predeterminado - 30 %.
- El sistema de ventilación no debe causar corrientes molestas. Para garantizar el confort, la temperatura del aire de impulsión no debe descender por debajo de los 16,5°C.

### Esquema del sistema de ventilación

Se debe entregar el esquema completo del sistema de ventilación incluyendo al menos la siguiente información:



Medición del valor de caudal

*PH Luft*: el programa de asistencia para diseñadores de sistemas de ventilación *Passivhaus* se puede consultar en [www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → [Literature & Tools](#) → [Tools & Aids](#)

[Ejemplos de documentación para la regulación de caudal aire](#): consulte el apartado “Ejemplos de documentación”.

- **Conductos de ventilación:**
  - Ubicación.
  - Longitud.
  - Dimensiones de sección transversal.
  - Si fuera necesario, espesor del material de aislamiento, conductividad térmica y hermeticidad al vapor (tan sólo de los conductos de aire frío).
- **Salidas de ventilación:**
  - Posición y tipo de salidas para el aire de impulsión y extracción.
  - Posición de las aberturas de aire exterior y aire de expulsión.
  - Aberturas de transferencia de aire: posición y sección transversal.
- **Piezas integradas de los conductos:**
  - Silenciadores acústicos: posición y tipo.
  - Se requieren medidas de protección acústicas adicionales para aparatos de ventilación en el cuarto de instalación si se superan los 25 db (A) en zonas habitables o los 30 db (A) en edificios no residenciales o salas de extracción de aire en edificios residenciales.
  - Filtro: posición y clase de filtro en conductos de aire exterior y de extracción.
  - Mecanismos de protección contra heladas.
  - Serpentes de calefacción.
  - Otras piezas integradas de conductos (compuerta contra incendios, etc.).
- **Intercambiador de calor acoplado al terreno**
  - Longitud.
  - Profundidad y método de instalación.
  - Material de tubos y diámetro.

## Verificación de fichas técnicas de los componentes de ventilación

Aparte de la unidad de ventilación, también es necesario entregar la ficha técnica de productos para los siguientes componentes (si los hay):

- Mecanismo de protección contra heladas (ej. serpentín de precalentamiento)
- Serpentín de post-calentamiento.
- Intercambiador de calor tierra-aire.
  - Cálculo de la eficiencia de recuperador de calor.
  - En caso de intercambiadores de calor de salmuera, ficha técnica de la bomba y otros componentes si fuera necesario.

[Checklist: Sistema de ventilación](#) correctamente instalado se puede encontrar en:

[www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → [Mechanical systems](#)

## Documentación para equilibrado del caudal de aire

Después de instalar el sistema de ventilación, el **caudal de aire** debe regularse en todas las válvulas en los niveles previstos. Esta es la única manera de garantizar que el sistema de ventilación funcionará tal como estaba previsto y que el consumo de energía coincide con los cálculos.

Este procedimiento lo registra el técnico de ventilación en la documentación para el equilibrado de caudal de aire. Los valores en la versión final del *PHPP* deben coincidir con el caudal de aire para funcionamiento predeterminado medido y documentado.

Los archivos del programa *PHPP* incluyen una plantilla en blanco para documentar el equilibrado del caudal de aire que se llama “**HOJA PARA EL PROTOCOLO FINAL de equilibrado de ventilación**”. No obstante, también se pueden utilizar otras plantillas siempre y cuando la documentación del equilibrado del caudal de aire incluya la siguiente información:

- Nombre del objeto
- Dirección de la obra.
- Nombre y dirección del comprobador.
- Fecha del equilibrado.
- Fabricante y modelo del sistema de ventilación.
- Caudal de aire en modo de funcionamiento predeterminado.
- Caudal de aire regulado para funcionamiento predeterminado.
- Calibración (caudal máscico o volumétrico) del aire exterior y de expulsión (desequilibrio máximo permitido del 10 %).

Es muy recomendable que, para medir el volumen de aire, los equipos deben utilizarse empleando el método conocido como compensación de presión cero. Tan sólo será posible garantizar una precisión razonable de la medición de esta forma.

La mayoría de los equipos de medición que calculan pequeños caudales de aire, como es el caso de las

válvulas de aire de impulsión y extracción en edificios *Passivhaus*, tan sólo son adecuados de forma limitada, ya que los caudales de aire a medir se sitúan en el rango de medición más bajos de los equipos.

En estos casos la imprecisión de las mediciones es a menudo mucho más del 10 % para el valor medido. En cualquier caso, se debe garantizar que los equipos de medida utilizados cuenten con un rango de medición que coincida con el caudal de aire a calcular.

Debe realizarse el equilibrado documentado de las válvulas de aire de impulsión y expulsión.

Si no fuera posible en el caso de edificios no residenciales individuales, al menos debería medirse el caudal de aire en el aparato de ventilación (aire exterior y de expulsión) y en los conductos principales del sistema de ventilación.

Existen tres posibles métodos de **calibración**:

- Recomendado: medición del caudal de aire central en la **entrada de aire exterior y la salida del aire de expulsión** (la abertura debe ser de fácil acceso).
- Alternativa 1: el equipo central cuenta con un **sistema de medida de caudal volumétrico interno** con suficiente precisión.
- Alternativa 2: calibración utilizando la **suma del aire de impulsión regulado y el caudal de aire de extracción** (tan sólo disponible para sistemas con pocas válvulas).

## Ventilación de la cocina

A la vista de los mayores requerimientos de eficiencia energética y de confort de los edificios *Passivhaus*, se ha vuelto cada vez más importante considerar adecuadamente la planificación de los extractores de cocina en el balance energético del edificio.

Sistemas de extracción de cocinas para *Passivhaus* residencial se puede encontrar en:

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → Literature & Tools → Free literature → Research work →

## Ventilación de verano

En muchos climas la ventilación por ventanas en época de verano es útil para evitar el sobrecalentamiento o reducir la demanda de refrigeración.

En caso de dudas, el Certificador solicitará una **confirmación por escrito** del propietario o el futuro usuario, en la que se indique que la estrategia de ventilación de verano del programa *PHPP* será y podrá ser aplicada de manera efectiva (p. ej.: si la ventilación nocturna por ventanas se introduce para un edificio residencial ubicado en una vía con mucho tráfico).

## Calefacción y agua caliente sanitaria

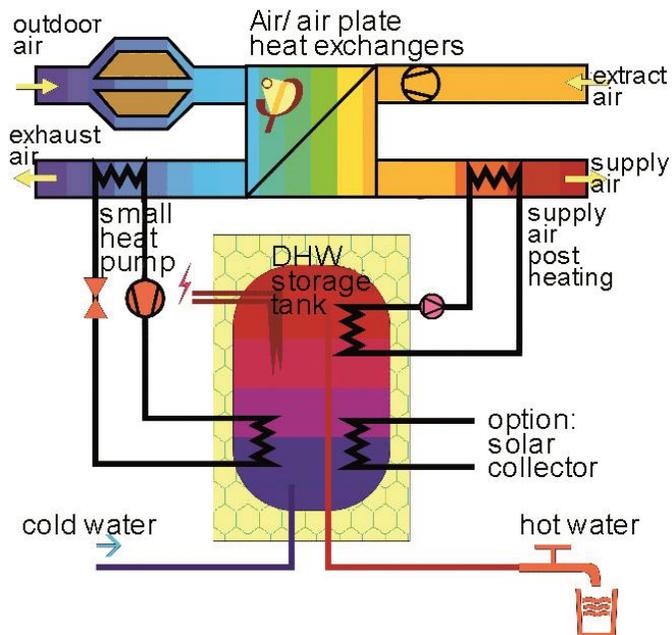


Diagrama de funcionamiento de unidad compacta *Passivhaus* con bomba de calor de aire de expulsión



© Drexel&Weiss

Unidad de bomba de calor compacta

La sumamente baja y residual demanda de calefacción de una *Passivhaus* se puede alcanzar con **tecnología simple y rentable**. Puesto que la demanda de energía para generar agua caliente es de dimensiones similares a la utilizada para calentar un edificio, se debe igualmente prestar atención a la eficiencia tecnológica para la producción de agua caliente.

### Generadores de calor

#### Aparatos de bomba de calor compactos

Estos equipos responden al modelo de la hoja de cálculo “Unidad compacta” del programa *PHPP*. Toda la información pertinente para **bombas de calor *Passivhaus* certificadas** se puede encontrar en el certificado.

En el caso de **equipos no certificados**, los parámetros de ventilación integrada con recuperación de calor son importantes para calcular adecuadamente y con precisión en la hoja “Unidad compacta” del *PHPP*. Se deben proporcionar pruebas de modo similar a los parámetros de las unidades de ventilación (apartado “Unidades de ventilación”).

Asimismo, los valores de capacidad y eficiencia térmica (coeficiente de rendimiento; *COP* por

sus siglas en inglés) para varios puntos de funcionamiento son necesarios para examinar la bomba de calor. Para el funcionamiento de la calefacción, es necesario conocer la capacidad térmica y el valor del *COP* para distintas temperaturas del aire exterior (normalmente a  $-7\text{ °C}$ ,  $0\text{ °C}$  y  $+7\text{ °C}$ ) a estos efectos.

Para generar agua caliente (calentar y recalentar), también es necesario conocer la capacidad térmica y el valor del *COP* para una temperatura de aire exterior a  $20\text{ °C}$  para poder analizar el funcionamiento del agua caliente en verano. Se deben proporcionar como mínimo los valores de medición de tres puntos de funcionamiento y del agua caliente a una temperatura exterior de  $20\text{ °C}$ . Sería recomendable disponer de valores medidos por un laboratorio de ensayo independiente.

Las unidades compactas de bombas de calor certificadas se pueden consultar en [www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → [component database](#) → [Building services](#)

## Bombas de calor

### Calefacción de espacios con bombas de calor

Las bombas de calor responden al modelo de la hoja de cálculo “BC” del programa *PHPP*. Para obtener unos cálculos que sean lo suficientemente precisos, se necesitan los valores de rendimiento y eficiencia (coeficiente de rendimiento *COP*) de la bomba de calor para distintas temperaturas de fuentes de calor (aire exterior, terreno, agua) y disipadores de calor (agua caliente). Se debe disponer como mínimo de tres puntos de comprobación. Sería recomendable disponer de valores medidos por un laboratorio de ensayo independiente; sin embargo, los datos de la ficha técnica del producto proporcionada por el fabricante también son aceptables.

### Generación de agua caliente con bombas de calor

Para bombas de calor que utilicen el aire interior como fuente para calentar, el rendimiento real en aquellos climas que demandan calefacción depende del tipo de equipos para calentar espacios que se esté utilizando (bomba de calor, caldera de gas, etc.).

### *Nota sobre bombas de calor aire-aire de sistemas de calefacción y calentadores de agua con bomba de calor de funcionamiento autónomo:*

Con frecuencia, la ficha técnica de la bomba de calor no aparece tal como se requiere para insertar en el cálculo del *PHPP*. En tal caso, como solución improvisada se pueden calcular los valores de entrada necesarios utilizando una estimación simplificada de los datos disponibles del fabricante.

Para más información por favor ponerse en

### Intercambiador de calor subterráneo y colectores geotérmicos

Si se utiliza una bomba de calor geotérmica (vertical u horizontal) también se debe cumplimentar la hoja de cálculo del *PHPP* “BC Terreno”. Se debe entregar la **documentación del diseño** elaborada por el técnico o la empresa contratante. Como mínimo debe quedar claro en esta documentación la longitud y el número de intercambiadores de calor subterráneos. Se podrán utilizar los valores predeterminados para otras entradas en la hoja de cálculo “BC Terreno”. Para obtener cálculos más precisos, también se podrán introducir los valores específicos del proyecto para las otras entradas de datos si están claros en el diseño de configuración entregado igualmente.

También es obligatoria la verificación del tipo de suelo elegido en el *PHPP*, p. ej.: a partir de

directrices nacionales para uso de energía geotérmica.

## Caldera

La hoja de cálculo “Caldera” del *PHPP* proporciona el cálculo del rendimiento de la caldera y la demanda de energía final con **valores estándar** para ciertos tipos de calderas. Como alternativa se pueden utilizar entradas definidas por el usuario. En ambos casos se debe entregar una ficha técnica de producto para la caldera. Para el cálculo con entradas definidas por el usuario, todos los parámetros introducidos en el *PHPP* deben estar claros en dicha ficha técnica.

## Calefacción urbana

El suministro de calefacción urbana y el rendimiento de su energía primaria se calcula en la hoja “Calefacción urbana” del *PHPP*.

Si se cumple el requisito de **demanda de energía primaria según el método clásico (PE)**, se deberá proporcionar pruebas de los factores de energía primaria para la fuente de energía empleada. Como norma, se deberá utilizar alguna de las plantas de energía indicadas en el *PHPP* a estos efectos. Si se produjera alguna desviación de los valores estándar en el *PHPP*, se deberá aprobar con el Certificador de antemano.

Si la **demanda de energía primaria se calcula según el nuevo método (PER)**, será necesaria la siguiente entrada de datos en el *PHPP*:

- Bajo el punto “Red de calefacción”, se debe introducir el porcentaje de calor útil que se suministra por la red de calefacción en el límite de la parcela del edificio frente a la energía suministrada en la red de calefacción por el proveedor energético. Si se introduce 70 %, esto quiere decir que hay un 30 % de pérdidas en la red y tan solo un 70 % de energía útil. Si no se proporcionan los datos exactos, bastará con calcular aproximadamente las pérdidas de calor en la red a través de cálculos adicionales incluidos en el *PHPP*, versión 9.7 y siguientes.

Igualmente es necesario seleccionar las fuentes de energía para el proceso de cogeneración o de calefacción urbana y caldera de carga máxima, que se activan si la salida del generador de calor principal no es suficiente en pleno invierno. Aquí tan solo es posible seleccionar las fuentes de energía que se facilitan en el sistema PER; p.ej. si a día de hoy aún se utiliza combustible para calefacción, se deberá elegir 22-EE-Metanol, mientras que si se utiliza gas natural se seleccionará 33-EE-Gas. Además, se debe indicar si la cogeneración también se utiliza para generar agua caliente en verano. Si no es el caso, se deberá seleccionar la fuente de energía para agua caliente en la siguiente casilla, y a continuación, se deberá responder a la cuestión sobre si la red de calefacción urbana suministra la energía para agua caliente (y si aplica a las pérdidas de red) o si se proporciona calor de manera local (p. ej. a través de un calentador de flujo continuo).

- En el apartado “Cogeneración compuesta y caldera para picos de carga”, tan sólo se debe introducir los porcentajes de contribución de la cogeneración y la caldera para picos de carga (si se utiliza). Toda la información citada anteriormente la debe facilitar el proveedor.

El índice de rendimiento o factor de utilización de la estación de **transferencia de calefacción urbana** debe comprobarse con la ficha técnica del producto pertinente, que la debe facilitar el técnico de instalaciones del edificio (los valores habituales están entre 90 % y 95 %).

### Colectores solares térmicos

Los captadores solares térmicos responden al modelo de la hoja de cálculo “ACS Solar”. Los valores característicos se deberán comprobar con la ficha técnica del producto pertinente o informe del ensayo. Si no hay datos disponibles, se acepta el uso de los **valores característicos estándar** del *PHPP* para alguno de los tres tipos: colector plano, plano mejorado o de tubo de vacío.

Almacenamiento de energía solar: consulte más adelante en esta misma página el apartado “**Acumulador de agua caliente**”.

### Almacenaje y distribución

Los siguientes datos se incluyen en la hoja de cálculo “Distribución+ACS”.

#### Tuberías

**Los planos de las instalaciones del edificio** deben entregarse incluyendo la siguiente información de todas las **tuberías de distribución de calefacción**, así como todas las **tuberías de circulación de agua caliente** y **tuberías de distribución**:

- Ubicación.

- Longitud.
- Ancho nominal de las tuberías.
- Aislamiento térmico: tipo, espesor y conductividad térmica.

**La instalación libre de puentes térmicos**, en particular de tuberías de agua caliente, tiene gran influencia en la demanda de energía. En la hoja de cálculo “Distribución+ACS”, si se selecciona “moderada” o “buena” en el apartado “calidad de aislamiento de los accesorios, suspensiones de tuberías etc.”, se deberá justificar la correspondiente calidad aplicada mediante fotografías de muestra. Las medidas requeridas a estos efectos se describen en el manual de usuario del *PHPP*.

### Bombas

Los **valores estándar** del *PHPP* se pueden utilizar para la **demanda eléctrica** de la bomba de circulación de calefacción, así como para la circulación de agua caliente y la bomba de carga del acumulador. Si se tienen que utilizar valores inferiores, se debe proporcionar la comprobación del consumo de energía mediante las fichas técnicas del producto pertinente.

### Acumulador de agua caliente

Se debe proporcionar el **índice de pérdida de calor** en W/K del acumulador de agua caliente. Sí sólo está disponible la clasificación de eficiencia de la UE, como alternativa se puede calcular este índice con el cálculo adicional de la hoja de cálculo “Distribución+ACS” del *PHPP*.

Para clasificaciones de rendimiento energético fuera de la UE, consulte con el Certificador. Para acumuladores de almacenamiento solares, aparte de la información del **volumen** en litros del **acumulador**, también se debe incluir en la ficha técnica la **proporción del modo de espera** expresada en porcentaje.

### Recuperación de calor a partir del agua de ducha

Si se produce la recuperación de calor a partir del agua usada de ducha, este factor se puede tener en cuenta para los **dispositivos certificados** simplemente seleccionando el componente adecuado.

También se puede tener en cuenta los **dispositivos no certificados**. La siguiente valoración sin más verificación es aceptada a estos efectos: los rendimientos medidos conforme al NEN 7120 (certificado neerlandés *KIWA*), CAPE/RECADO-PQE (medición francesa conforme al *CSTB*, valor de medición para conexión de agua fría y caliente) o al CSA B55 (estándar de prueba canadiense) se introducen a modo de eficiencias en régimen estacionario. Se puede suponer un tiempo muerto efectivo de 10 segundos por litro de agua corriente del

Los sistemas de recuperación de calor con agua residual se pueden consultar en [www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → [component database](#) → [Building services](#)

### Tuberías de aguas residuales y bajante de pluviales dentro de la envolvente

Las tuberías con salida al exterior que se desplazan verticalmente a través del edificio contribuyen a la pérdida de calor por el efecto chimenea que se produce cuanto la temperatura del aire de la tubería en el terreno es superior al aire exterior.

Para evitar el efecto chimenea, si fuera posible, las bajantes de aguas residuales dentro de la envolvente del edificio deberían estar provistas de un dispositivo de aireación con válvula de admisión de aire en vez de una ventilación a través de la cubierta.

Para atenuar la acumulación de presión positiva, en ciertas jurisdicciones territoriales se requiere que el sistema de tuberías aún conserve una tubería ventilando al exterior. En estos casos, el colector horizontal puede ventilar hacia el exterior antes de entrar en el edificio. Igualmente, las bajantes de pluviales dentro de la envolvente térmica deben tener instalado un sifón en forma de U cerca de la parte superior de la tubería.

Si no son posibles o aceptadas una o varias de estas soluciones o bien las bajantes de pluviales van por dentro del edificio, las pérdidas de calor adicionales deben tenerse en cuenta en el *PHPP*

(véase el manual de usuario del *PHPP*, hoja de cálculo “Superficies”).

En tal caso, se recomienda aislar la red de tuberías vertical al completo con aislante de 50mm. La posición, longitud, tipo de ventilación de las tuberías y el tipo, espesor y conductividad térmica del aislamiento de las tuberías tiene que ser reconocible en el diseño tecnológico.

### Demanda de agua caliente

La demanda de agua caliente en **edificios residenciales** es de 25 litros por persona y día (a una temperatura de 60 °C). Este valor estándar no se debe incumplir. Actualmente las instalaciones para ahorro de agua en edificios residenciales no se pueden tener en cuenta.

En el caso de **edificios no residenciales**, la demanda de agua caliente en el *PHPP* debe calcularse específicamente para cada edificio. Para un uso típico de oficina, se puede establecer una demanda de 12 litros por persona y día si no se realizan cálculos pormenorizados.

## Refrigeración



**Las medidas de refrigeración pasiva** tales como los elementos de sombra y la ventilación nocturna son adecuadas para muchos edificios *Passivhaus* en verano.

Dependiendo del clima, el edificio y su uso, se podrían necesitar medidas y equipos de **refrigeración activos** adicionales. En este caso, se aplican límites en la demanda de energía útil para refrigeración y deshumidificación. Los valores numéricos de estos límites dependen del clima, el calor interno y las cargas de humedad, y en el caso de edificios no residenciales, la tasa de renovación de aire. Para valores de demanda de refrigeración superiores, existe un límite adicional para la carga de refrigeración. Los requisitos para la aplicación concreta se proporcionan en la hoja “Comprobación” del *PHPP*.

**Los planos de construcción completos** del sistema de refrigeración serán necesarios para obtener la certificación.

Documentación del modo de funcionamiento con la siguiente información:

- Modo on/off: ¿sí o no?
- ¿El ventilador funciona constantemente, incluso si el compresor está apagado?

- Relación del caudal de aire de recirculación y potencia de enfriamiento.

Además, se debe entregar la comprobación del rendimiento de los **equipos de refrigeración** específicos. Las propiedades de los equipos se deben confirmar con la ficha técnica del fabricante. En concreto, se debe tener en cuenta lo siguiente:

**Equipos split** (por conductos o sin conductos): la información relacionada con el SEER/ESEER resulta demasiado optimista como valor para el factor de rendimiento estacional y, por tanto, no es apropiada. Salvo que se especifique de otro modo, se debe utilizar el factor de eficiencia energética EER medido para una temperatura exterior de 27 °C como factor de rendimiento energético.

Este valor ya no se usa en la etiqueta energética europea, pero se puede obtener de la ficha técnica del fabricante. También se debe aportar la potencia nominal y el caudal volumétrico de aire circulante correspondiente, así como el tipo de equilibrado (velocidad fija o variable).

**Refrigeración por agua;** p. ej.: control de temperatura del núcleo de hormigón, techos fríos, vigas frías, circuitos de refrigeración de agua fría: el factor de rendimiento estacional se obtiene de la ficha técnica del fabricante para temperatura exterior de 35 °C y temperatura de agua fría habitual.



LCT One Dornbirn. Imagen: Norman A. Müller



Vivienda unifamiliar en Pineda. Imagen: © Stefan Spitzner

Con el *free cooling* (refrigeración gratuita), p. ej., a través de intercambiadores de calor subterráneos en climas fríos y templados, se debe verificar el consumo de energía de la bomba, además de tenerlo en cuenta en los cálculos del *PHPP*.

**Deshumidificador independiente:** la información sobre eficiencia a 26,7 °C y humedad del aire al 60 % (como es habitual en EE.UU.) se puede utilizar directamente después de convertir de l/kWh a kWh/kWh (multiplicado por 0,7 kWh/l). Los datos europeos se basan habitualmente en 30 °C / 80 % y, por tanto, no son adecuados. Dichos valores se pueden transformar en condiciones límite comunes al dividir por un factor de 1,4.

El Certificador exigirá más documentación que justifique que la carga de deshumidificación y refrigeración calculada en el *PHPP* se puede transformar por la tecnología existente. Si no se separan las funciones de refrigeración y deshumidificación, también se comprobará si el factor de calor sensible (*SHR* por sus siglas en inglés) de los equipos instalados es suficiente para la deshumidificación en términos generales.

## Distribución de refrigeración

Tan sólo se producirán pérdidas de un sistema de distribución de refrigeración si las tuberías quedan fuera de la envolvente térmica del edificio o si bien las redes de tuberías en el interior están en funcionamiento durante la estación cálida incluso cuando no se necesita refrigeración. En este caso se debe entregar el diseño de las instalaciones del edificio, donde se muestre la siguiente información de las tuberías de distribución de refrigeración:

- Ubicación.
- Longitud.
- Ancho nominal de la tubería.
- Aislamiento térmico: tipo, espesor y conductividad térmica.
- Temperatura de caudal de impulsión del diseño; es decir, temperatura del sistema de distribución.

**Las tuberías del refrigerante de los equipos *split*** del interior del edificio no se tienen en cuenta en el *PHPP*, por tanto, no es necesario enviar verificación alguna a este respecto.

## Aparatos eléctricos e iluminación



Vivienda unifamiliar en Prina, Alemania © Steffen Spitzner



Bonifatius-School Frankfurt am Main

Puesto que las demandas de calor y refrigeración son muy reducidas en los edificios *Passiv-haus* y las rehabilitaciones *EnerPHit*, la demanda de energía para otros fines constituye un porcentaje mayor de la demanda de energía primaria total. Por tanto, el **uso eficiente de la electricidad** se antoja incluso más importante.

### Límite de balance

En el *PHPP*, tan solo se tiene en consideración el consumo eléctrico que se produce **dentro de la envolvente del edificio calefactado**. Esto corresponde con el límite de balance, que también es de aplicación para el resto de valores característicos del balance energético. La iluminación del parking subterráneo o la bomba de circulación para la piscina del jardín, por tanto, no se tendrán en cuenta. Existen excepciones a esta regla para aquellos aparatos que habitualmente se encuentran tanto dentro como fuera de la envolvente climatizada. Por ejemplo, la demanda energética de las lavadoras también debe tenerse en cuenta aunque estén ubicadas fuera de la envolvente del edificio climatizado dentro del sótano no climatizado. Las reglas exactas se describen en los Criterios, dentro del apartado “Condiciones de contorno para el cálculo con *PHPP*”.

### Edificios residenciales

Para los edificios residenciales, se pueden utilizar los **valores estándar** preestablecidos en la hoja de cálculo “Electricidad”. No es necesario la verificación de los valores característicos de los equipos individuales.

*Nota:* el cálculo de muestra del *PHPP* incluye valores característicos inferiores para electrodomésticos. Éstos no se podrán utilizar como valores estándar.

Si se utilizan aparatos eléctricos en el edificio más eficientes que los especificados, los valores específicos de los dispositivos se pueden introducir en el *PHPP*. En este caso, se debe facilitar al Certificador las fichas técnicas con el consumo eléctrico estándar.

### Edificios no residenciales

A diferencia de los edificios residenciales, no se establecen valores estándar para la demanda eléctrica de edificios no residenciales, por tanto, siempre se necesita la **verificación individual** en la hoja de cálculo “Electricidad NR” del *PHPP*.



Frankenberg-School, Michael Trinius-Architecture



Wohnung unifamiliar Entenmannen Korb, Martin Wamsler

La herramienta para el cálculo de la demanda de electricidad de ascensores se puede consultar en:

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → Literature & Tools → Tools & Aids

## Iluminación

Si no hay disponible un diseño pormenorizado para la iluminación, se calculará en el *PHPP* un valor para la iluminación instalada y las horas de carga total en base al patrón de uso en la hoja de cálculo “Uso NR”. Alternativamente, se pueden utilizar los valores definidos por el usuario si se pueden verificar con el diseño de iluminación correspondiente.

## Dispositivos en oficina

Todos los dispositivos con demanda significativa de electricidad, como ordenadores con monitores, fotocopiadoras, impresoras, servidores, entre otros, se deben tener en cuenta en el *PHPP*. Se deben entregar las fichas técnicas, donde se muestre el **consumo de energía** en modo normal y en modo ahorro de energía (en espera).

## Cocina

Por regla general, para cocinar y lavar se pueden utilizar los **valores estándar** de la demanda de energía por calentamiento de alimentos. No será necesaria una verificación aparte para el equipo de cocina en este caso.

De manera alternativa, se puede proporcionar una **verificación en detalle** con la que sea posible alcanzar valores característicos inferiores; en tal caso, se deberán entregar las fichas técnicas que muestren la información de consumo de los electrodomésticos para cocinar y lavaplatos.

**Para frigoríficos y congeladores** y otros electrodomésticos de interés que no se utilizan directamente para preparar comidas, siempre se necesita la verificación de la demanda eléctrica por separado, pues no están incluidos en los valores estándar.

## Otras demandas eléctricas

Muchos elementos que inciden en la demanda eléctrica del edificio no se tienen en consideración para la valoración de edificios convencionales (p. ej.: para el cumplimiento del código técnico de la edificación) y, por tanto, se ignoran. Entre ellos se pueden citar ascensores, bombas de agua fría sanitaria, ventiladores de extracción en estancias auxiliares, como el cuarto para la basura o sala de máquinas del ascensor.

El equipo del proyecto debe trabajar con el Certificador designado desde el principio en el proceso de diseño para identificar estos elementos y conformar cómo deben valorarse.

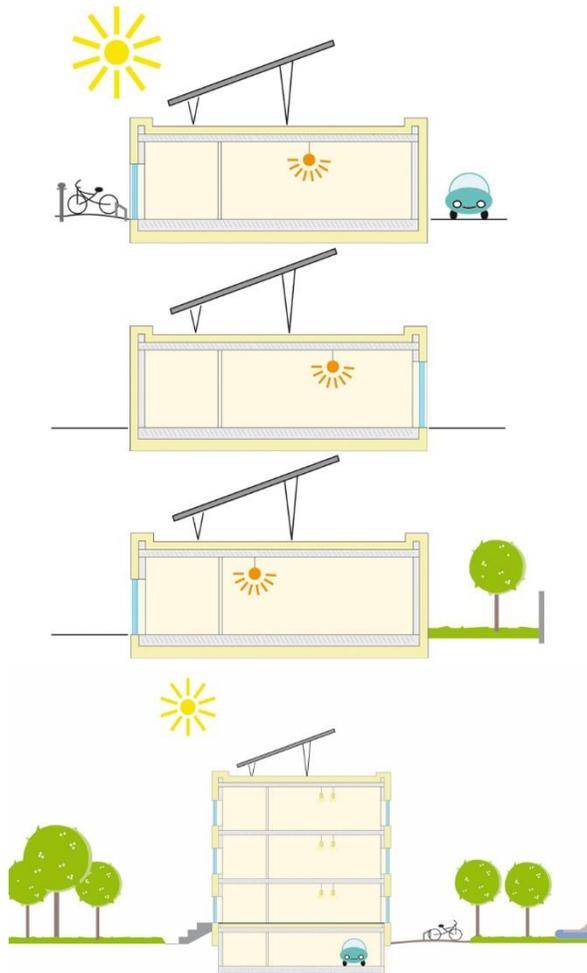
Se deben entregar las correspondientes fichas técnicas de verificación de valores característicos para todas estas cargas con demandas significativas.

## Patrones de uso

Los patrones de uso utilizados en el *PHPP* (hoja de cálculo “Uso NR”) deben verificarse mediante **confirmación por escrito del usuario del edificio**.

Consejos para servidores de bajo consumo en [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → Passive House Certification → Building Certification

## Energía renovable



Passivhaus con categoría "Plus"

### Eficiencia energética y generación de energía renovable

La revolución energética sólo puede tener éxito con el avance simultáneo de la alta eficiencia energética y el uso de las energías renovables. Debido a su pequeña demanda de energía, los edificios *Passivhaus* y las rehabilitaciones con certificación *EnerPHit* ofrecen condiciones óptimas para el suministro rentable con energía renovable. Para lograr las categorías *Plus* y *Premium* de *Passivhaus* o *EnerPHit*, es necesario justificar **la generación de energía renovable**. Sin generación de energía, un edificio solo puede alcanzar el estándar *Classic*.

La energía renovable generada en principio podría no deducirse de la demanda energética. Sin embargo, el límite de energía primaria renovable (PER) aumentará de forma limitada si se genera más energía renovable de lo necesario para cumplir con el requisito de generación de energía renovable. Por el contrario, el requisito de generación de energía renovable se reduce si la demanda de energía primaria renovable (PER) es menor que el valor límite.

*Nota:* del mismo modo, para la comprobación con el Programa de Planificación *Passivhaus (PHPP)* no importa cuánta electricidad generada se utilice in situ. No hay diferenciación entre la electricidad que se suministra en red pública y que luego se puede almacenar o utilizar directamente por otros, y la electricidad



## Superficie de referencia para energía renovable

En el *PHPP*, la demanda de energía para calefacción, refrigeración y energía primaria, entre otras, se basa en la Superficie de Referencia Energética (SRE), que aproximadamente coincide con la superficie útil o habitable. Esto tiene su lógica porque la demanda energética puede de este modo representarse por metro cuadrado de superficie útil.

Esto es diferente en el caso de generación de energía renovable. Si un parámetro de construcción o valor límite basado en la superficie útil o habitable también se utilizara en este caso, entonces los bungalós de una planta serían preferibles a los edificios de varias plantas, ya que en aquel la superficie de generación potencial (p. ej.: una cubierta para montaje de sistemas de energía solar térmica o sistemas fotovoltaicos) es relativamente grande en comparación con una superficie habitable pequeña.

Sin embargo, los edificios de una sola planta tienen un mayor consumo de espacio y uso de recursos naturales y por lo tanto no deberían ser preferibles a los edificios de varios pisos en cuanto a la evaluación de energía primaria renovable (PER). Esta es el motivo por el que en el *PHPP* la energía renovable generada se basa en la "huella proyectada del edificio". Esto equivale a las dimensiones exteriores de mayor tamaño del edificio, que coincide aproximadamente con la superficie de la cubierta que se puede utilizar para un sistema fotovoltaico; también equivale a la superficie de cimentación que está ocupada por el edificio. De esta forma, se aplica un requisito similar de generación de energía renovable para todos los edificios, independientemente del número de plantas.

*Nota:* dado que la demanda de energía primaria renovable específica [ $\text{kWh}/(\text{m}^2_{\text{SREa}})$ ] y la generación de energía renovable [ $\text{kWh}/(\text{m}^2_{\text{foot-printa}})$ ] se refieren a distintas superficies, no se puede comparar directamente entre ellas.

## Tipos de energía renovable a tener en cuenta

La generación de energía renovable normalmente se produce **in situ o cerca del edificio**, principalmente por medio de módulos fotovoltaicos en la cubierta. La relación entre coste y beneficio no es siempre óptima en el caso de pequeños sistemas. En ciertos edificios las condiciones también son desfavorables, p. ej.: con excesiva zona de sombra u orientación desfavorable.

Por lo tanto, como alternativa el propietario del edificio o (usuario a largo plazo) podría cumplir el requisito invirtiendo en nuevos sistemas de generación de energía renovable que **no están relacionados con los espacios de la construcción**; p. ej.: participando en la financiación para construir un parque eólico. Sólo es posible cumplir con el requisito invirtiendo en nuevos sistemas; la compra de sistemas de generación de energía renovable existentes no cuenta. La cantidad de electricidad que se puede tener en consideración se determinará según el porcentaje de participación del dueño o usuario en la inversión total.

Se pueden tener en cuenta muchas clases de energía renovable; p.ej.: **sistemas fotovoltaicos y plantas de energía solar, eólica e hidráulica.**

Cálculo de la huella proyectada del edificio





Fotografía: Wamsler Baugartner

Energía fotovoltaica en cubierta



Fotografía: Thomas Baumann

Energía fotovoltaica vertical en la fachada

**No se podrá tener en cuenta** lo siguiente:

- **Uso de biomasa:** ya se tiene en cuenta en el *PHPP* en el [presupuesto de biomasa](#); para más información consulte [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → [Passive House Certification](#) → [The New Passive House Classes](#)).
- **Uso de energía geotérmica y plantas de producción de energía a partir de residuos:** no son “renovables” de manera sostenible.
- **Energía solar térmica:** se considera parte del generador de calor, pues reduce la demanda en la energía primaria renovable (PER) en el *PHPP* y, por lo tanto, no puede considerarse también como energía renovable.

### Verificación necesaria para la generación de energía renovable

Los valores característicos de los **sistemas fotovoltaicos que se instalan en el edificio o la parcela** se introducen en el *PHPP* para calcular el rendimiento eléctrico anual tras el inversor de potencia. Los siguientes documentos deben entregarse para verificar los valores característicos introducidos en el *PHPP*:

- **Ficha técnica del módulo con:**
  - Corriente nominal, tensión nominal y potencia nominal.

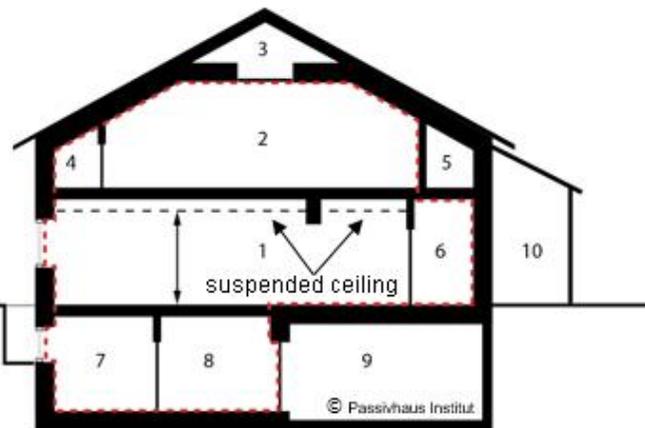
- Coeficiente de temperatura de corriente de cortocircuito y tensión en circuito abierto.
- **Eficacia del inversor** de la ficha técnica.
- **Número de módulos:** debe justificarse; p. ej.: a través de facturas de compra.
- **Alineación, inclinación y sombras** en el diseño correspondiente.

La siguiente verificación se debe presentar para **sistemas** de generación de energía renovable **que no estén instalados en el edificio:**

- **Prueba de titularidad.**
- Posibilidad de probar la **participación porcentual** en la propiedad del sistema total.
- Verificación de la **generación eléctrica** anual prevista del sistema (simulación).

Para ver un ejemplo de [la ficha de confirmación](#) para sistemas de la generación de energía renovable que no estén instalados en el edificio, consulte el apartado “Ejemplos de documentación”.

## Test de hermeticidad del aire



Room	Within airtight envelope?	Volume calculation
1	Yes	Clear height up to the (planned) suspended ceiling; joist is not deducted from the volume
2	Yes	Full volume (taking into account of ceiling slopes)
3	No	Volume is not taken into account (outside of envelope)
4	Yes	Full volume (taking into account of ceiling slopes)
5	No	Volume is not taken into account (outside of envelope)
6	Yes	Clear height up to ceiling
7	Yes	Basement: full volume
8	Yes	Basement: full volume
9	No	Basement: volume is not taken into account (outside of envelope)
10	No	Porch/ conservatory: volume is not taken into account (outside of envelope)

Ilustración 1: información para calcular el volumen de aire dentro de la línea de hermeticidad de un edificio. El contorno punteado en rojo representa la línea de hermeticidad.

Un excelente nivel de hermeticidad de la envolvente del edificio es esencial para el bajo consumo de energía, el confort térmico y la integridad estructural. Por lo tanto, la hermeticidad debe verificarse por medio de una medición (conocida como **ensayo Blower Door**). Para obtener la certificación, debe presentarse un informe del ensayo completo firmado por el técnico comprobador (escaneado) que demuestre el cumplimiento del valor límite. La medición de la hermeticidad debe realizarse según la norma **EN 13829 (método A)**. Como alternativa, la medición también puede realizarse de acuerdo con la norma ISO 9972 (método 1). Sin embargo, en este caso debe utilizarse el volumen neto de aire según la EN 13829 para calcular el valor  $n_{50}$ . **En caso de incumplimiento de las normas, será necesaria una serie de mediciones para la presión positiva y para la presión negativa.**

Un artículo sobre [Diferencia entre los valores  \$V\_v\$  y  \$V\_n50\$](http://www.passipedia.org)  se puede encontrar en : [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → [Mechanical systems](#) → [Ventilation](#)

[Cálculo de  \$V\_n50\$  y TFA \(SRE\) en vivienda unifamiliar](#) – ver sección “documentos ejemplo”

### Cálculo de volumen

El volumen de aire  $V_{n50}$  dentro de la envolvente climatizada del edificio que debe utilizarse para calcular el valor de infiltración de aire  $n_{50}$  debe determinarse **por separado para cada estancia**. El cálculo debe estar claramente documentado en el informe y debe coincidir con el valor introducido en el PHPP. Se debe tener en cuenta el **volumen total de aire** dentro de la envolvente térmica (incluidas las escaleras). En la Ilustración 1 se ofrece una explicación más exacta de las características especiales.

Independientemente del grado de finalización del edificio, se deben utilizar siempre las **dimensiones a fecha de finalización** (p. ej.: si no se ha aplicado la capa de mortero de cemento). Los volúmenes por encima de los falsos techos NO cuentan para el volumen de aire, con independencia de que el techo ya exista, esté conectado herméticamente con la pared o tenga varios orificios ("techo acústico"). No hay que tener en cuenta la reducción del volumen debido a las capas de yeso.

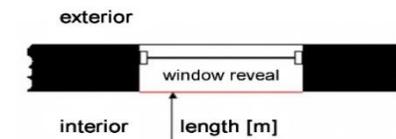


Ilustración 2: el volumen de marcos de ventanas, puertas y pasillos no se tiene en cuenta para calcular el volumen.



Medición de la velocidad del aire con un anemómetro durante el test de presión en una ventana aún no ajustada correctamente.



Sellado temporal de las aberturas de aire exterior y de expulsión del sistema de ventilación durante la medición.

## Momento de medición

**La hermeticidad del edificio totalmente terminado** es primordial, por lo que debe hacerse un ensayo después de que el edificio esté terminado. Sin embargo, todos los trabajos de equipamiento, capa de mortero de cemento o revestimiento, entre otros, estarán ya terminados llegados a este punto y, por lo tanto, no se puede acceder a muchas conexiones y penetraciones importantes de la capa hermética sin provocar destrozos. El resto de las fugas en la capa hermética ya no se pueden rectificar, por lo que no se considera lo más apropiado.

Por esta razón, las infiltraciones de aire deben medirse inmediatamente después del **acabado de la capa de hermeticidad** (p.ej.: instalación de ventanas, membrana hermética en la cubierta, etc.) para que las fugas sean fáciles de localizar y reparar. La falta de componentes de la envolvente del edificio en el momento de la medición complicará y comprometerá este resultado; y además, si se confía en esta prueba antes de que se complete la construcción, un resultado donde faltan componentes tan sólo es aceptable para obtener la certificación en casos excepcionales.

Después de esta medición de infiltraciones de aire en "fase de construcción", la dirección de obra a cargo debe asegurarse de que la construcción posterior no dañe la capa de hermeticidad. Si por alguna razón hay preocupaciones al respecto, se debe llevar a cabo otra medición. **En casos normales, una medición de hermeticidad es suficiente.**

## Ejecución de la medición

### ¿Método A o B?

Para el balance energético de un edificio en el *PHPP*, las condiciones de utilización durante el funcionamiento normal del edificio son importantes, por lo que las mediciones de hermeticidad en edificios *Passivhaus* deben realizarse de acuerdo con la norma EN 13829 **método A**. Sin embargo, en el caso de *Passivhaus* normalmente no hay diferencia entre el método A (condiciones de utilización) y el método B (prueba de la envolvente del edificio). Las aberturas de aire exterior y de expulsión del sistema de ventilación son las únicas aberturas previstas intencionadamente, que se sellan para la medición. A los efectos de la medición utilizada para la certificación se requiere una documentación exacta y exhaustiva de todos los **sellados provisionales**.

En edificios no residenciales con funcionamiento intermitente, las **válvulas de equilibrado** instaladas (p. ej.: rejillas del sistema de ventilación, y de la secadora) deben cerrarse durante la medición de la hermeticidad; sin embargo, no deben taparse de forma adicional.

### Otros trabajos de sellado

No se debe realizar ningún otro trabajo de sellado de la envolvente del edificio para la medición (hueco de cerraduras, ventanas no herméticas, gateras, etc.). Las únicas excepciones son el sellado temporal de **componentes de construcción** que faltan en el edificio y que pueden afectar a la hermeticidad (p. ej.: el umbral de puerta, el sifón en una tubería de agua). Una vez más, este sellado debe ser documentado minuciosamente.

## Informe completo de hermeticidad del aire (lista de verificación)

<p>¿Está toda la información general incluida?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnico comprobador: Nombre, dirección y firma</li> <li>- Objeto</li> <li>- Fecha del ensayo</li> <li>- Equipo</li> <li>- Norma de medición</li> <li>- Temperatura interior y exterior</li> <li>- Velocidad del viento</li> <li>- Coeficiente de corriente <math>C_{env}</math></li> <li>- Coeficiente de infiltraciones <math>C_L</math></li> </ul>	<p>Puede descargar <a href="http://www.passipedia.org">la checklist</a> en: <a href="http://www.passipedia.org">www.passipedia.org</a> → <a href="#">Planning and building a Passive House</a> → <a href="#">Airtight construction</a></p>
¿Se ha realizado la medición de hermeticidad de acuerdo con la EN 13829 (método A) o en su defecto, con la ISO 9972 (método 1)?	
¿Se ha incluido el cálculo de volumen de aire del edificio estancia por estancia? ¿Es correcto este cálculo?	
¿Se ha documentado el lugar de instalación del ventilador?	
¿Se ha registrado el sellado temporal de la envolvente del edificio (al menos el sellado de los conductos de aire exterior y de expulsión)?	
¿Se ha realizado una serie de mediciones a sobrepresión y depresión ?	
Para cada serie de mediciones, ¿se utilizaron 5 puntos de medición con diferentes diferencias de presión? (valor máximo $\pm 50$ Pa al menos)	
¿El exponente de caudal "n" está entre 0,5 y 1,0? (de lo contrario, indica error de medición debido a un cambio en la envolvente, p. ej.: apertura de ventana)	
¿El valor medio de la diferencia de presión natural está entre -5 y 5 Pa? (medición de la diferencia de presión antes y después de cada serie de mediciones) Nota: si la velocidad del viento es superior a 6 m/s o la fuerza del viento es superior a 3 <i>Beaufort</i> , normalmente se superarán los valores límite indicados para la diferencia de presión.	

**Recomendación:** la detección de infiltraciones con presión negativa debe llevarse a cabo antes de las mediciones, y cualquier fuga importante debe rectificarse y documentarse.

**Excepción:** Para la medición de edificios en altura (por ejemplo, rascacielos) se aplican condiciones especiales de contorno. Por favor, contactar con el Certificador o [building.certification@passiv.de](mailto:building.certification@passiv.de)

## Fotografías



Ejemplos de fotografías ilustrativas

El progreso de la construcción debe documentarse con **fotografías ilustrativas**. Sin embargo, no es necesaria una documentación fotográfica completa de todas las mediciones. Las fotos deben tomarse preferiblemente en un momento en el que la situación de instalación aún no esté cubierta por el revestimiento, etc. Normalmente, se deben tomar fotografías de las siguientes zonas:

- **Aislamiento térmico** de la envolvente del edificio (preferiblemente con una regla de medición como en la imagen para indicar el espesor de aislamiento):
  - Forjado o techo de sótano
  - Superficie perimetral
  - Aislamiento de muro
  - Aislamiento de cubierta
- Etiquetas con información del producto
  - Marco y acristalamiento de ventanas
  - Aparatos de calefacción y refrigeración
  - Aparato de ventilación
- Aislamiento y montaje de **conductos de aire**
- Aislamiento y montaje de **tuberías** y accesorios de calefacción, agua caliente y refrigeración.

- Otros detalles constructivos relevantes desde el punto de vista energético, por ejemplo, los **puentes térmicos**.

**Checklist de fotografías en obra** para aportar a la certificación de edificios – ver sección “documentos ejemplo”.

## Declaración de dirección de obra



Edificio plurifamiliar en Fráncfort del Meno



© MBASC / Dubái

Con el fin de limitar los costes de la certificación, no se requiere la supervisión de los trabajos de construcción por parte del Certificador a efectos de obtener la certificación del edificio. En su lugar, con la declaración de dirección de obra, la persona designada por el propietario del edificio para supervisar los trabajos de construcción asume la responsabilidad legal de garantizar que los trabajos se han llevado a cabo de acuerdo con los documentos presentados para la certificación. Una plantilla para la [declaración de dirección de obra](#) se puede consultar en [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → Passive House Certification → Building Certification → Examples of documents that need to be submitted for certification. Basta con enviar copia escaneada de la declaración firmada.

## 4. Apéndice

## Otras fuentes de información

### Casa Pasiva y *EnerPHit*: información general

#### Passipedia

La base de datos de conocimientos en continuo crecimiento que está vinculada a la construcción eficiente y la rehabilitación de edificios, basada en más de dos décadas de experiencia en la investigación y aplicación de estos conocimientos. [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) .

[www.passipedia.org](http://www.passipedia.org)

#### Activo para mayor confort: la casa pasiva

Folleto informativo gratuito con información básica sobre el estándar *Passivhaus* y la rehabilitación con componentes *Passivhaus*.

[www.passivehouse-international.org/index.php?page\\_id=70](http://www.passivehouse-international.org/index.php?page_id=70)

#### Crterios para los estándares de *Passivhaus* , *EnerPHit* y *PHI* - edificio de baja de demanda energética

Crterios de construcción del Instituto *Passivhaus* y descripción del procedimiento de certificación.

[www.passiv.de/downloads/03\\_building\\_criteria\\_en.pdf](http://www.passiv.de/downloads/03_building_criteria_en.pdf)

### Proyectos Construidos

#### Base de datos *Passivhaus*

Base de datos con fotografías y descripciones de varios miles de edificios *Passivhaus* construidos y rehabilitaciones *EnerPHit*.

[www.passivhausprojekte.de](http://www.passivhausprojekte.de)

#### Documentación detallada de proyectos

Documentación técnica detallada de un gran número de edificios *Passivhaus* construidos y rehabilitaciones *EnerPHit*.

[www.passivhausplaner.eu/index.php?page\\_id=294&level1\\_id=265](http://www.passivhausplaner.eu/index.php?page_id=294&level1_id=265)

### Eventos

#### Jornadas internacionales de puertas abiertas *Passivhaus*

Las *Passivhaus* de todo el mundo abren sus puertas al público en estos días.

[www.passivehouse-international.org/index.php?page\\_id=262](http://www.passivehouse-international.org/index.php?page_id=262)

#### Conferencia Internacional *Passivhaus*

El evento internacional más importante de *Passivhaus* donde se reúnen alrededor de 1.000 expertos internacionales.

[www.passivhaustagung.de/en](http://www.passivhaustagung.de/en)

## Certificación y formación continua

### *Certificación Passivhaus y EnerPHit*

Información sobre el programa de garantía de calidad del Instituto *Passivhaus*.

[www.passivehouse.com/03\\_certification/02\\_certification\\_buildings/01\\_benefits-of-certification/01\\_benefits-of-certification.htm](http://www.passivehouse.com/03_certification/02_certification_buildings/01_benefits-of-certification/01_benefits-of-certification.htm)

### *Base de datos de componentes*

Amplia base de datos de productos aptos con certificación *Passivhaus*.

<https://database.passivehouse.com/en/components/>

### *Passivhaus Designer*

Información sobre el programa de formación continua del Instituto *Passivhaus* y la mayor base de datos con miles de Diseñadores *Passivhaus* certificados.

[www.passivhausplaner.eu](http://www.passivhausplaner.eu)

### *Passivhaus Tradesperson*

Información sobre el programa de formación continua del Instituto *Passivhaus* y la mayor base de datos con miles de Técnicos de ejecución *Passivhaus (Tradesperson)* certificados.

[www.passivehouse-trades.org](http://www.passivehouse-trades.org)

## Organizaciones

### *Instituto Passivhaus*

Instituto de investigación independiente que ha desempeñado un papel clave en el desarrollo del Estándar *Passivhaus*.

[www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com)

### *International Passive House Association*

Red global que conecta a los expertos del *Passivhaus* de todo el mundo.

[www.passivehouse-international.org](http://www.passivehouse-international.org)

## PREGUNTAS FRECUENTES

### ¿Pueden excluirse de la certificación partes de un edificio como, por ejemplo, locales comerciales en planta baja de un edificio con uso residencial y comercial?

Sí, en ciertas situaciones. Fundamentalmente, es siempre la totalidad de la envolvente hermética y aislada la que está certificada; p. ej.: una fila de casas adosadas, bloques de apartamentos o edificios de oficinas. No está permitido excluir partes de un edificio del balance energético. Aun saliéndose de esta regla fundamental, se puede obtener la certificación para las siguientes partes del edificio:

- Casas individuales en una fila de viviendas adosadas  
[www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → [Passive House certification](#) → [Building certification](#) → [Supplementary provisions to the criteria](#)
- Anexos de edificios existentes siempre que tengan al menos un muro exterior, una cubierta y una losa del forjado o techo de sótano.
- Las plantas superiores de un edificio de uso mixto sin las superficies comerciales o empresariales de la planta baja, bajo las condiciones descritas en [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → [Passive House](#)

[certification](#) → [Building certification](#) → [Supplementary provisions to the criteria](#)

- Si se están rehabilitación viviendas individuales en un bloque, se puede obtener la precertificación según un proyecto de rehabilitación *EnerPHit*.

### Para obtener la certificación, ¿ cada casa dentro una fila de viviendas adosadas debe cumplir los requisitos individualmente?

Sí, pero la certificación puede obtenerse con un cálculo global para la fila de casas en su conjunto, o bien, con cálculos por separado para cada casa adosada.

La descripción exacta del procedimiento se puede consultar en [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → [Passive House certification](#) → [Building certification](#) → [Supplementary provisions to the criteria](#) → [Certification of terraced houses according to Passive House Institute criteria](#)

### ¿Sólo está permitido instalar componentes con certificación *Passivhaus* o elementos de construcción que cumplan los requisitos de componentes certificados?

No, pero el uso generalizado de componentes *Passivhaus* facilita la planificación y la certificación, ya que para el cálculo en el programa

*PHPP* se dispone de los valores característicos de energía pertinentes probados de forma independiente. Sin embargo, también se permite la instalación de productos no certificados, pero puede requerir mucho tiempo o bien resultar complicado proporcionar pruebas fiables de los valores de rendimiento en ese caso.

Para el estándar *Passivhaus*, el estándar *EnerPHit* según el método de demanda de energía y para el estándar *PHI* - Edificio de baja demanda energética *PHI*, también puede instalarse componentes que no cumplan los criterios de componentes aptos para *Passivhaus*. El requisito previo es que el confort térmico y la protección contra la humedad no sean deficientes.

### ¿Tan sólo los Consultores y Diseñadores certificados *Passivhaus* pueden preparar el cálculo del *PHPP* para la certificación de edificios?

El Instituto *Passivhaus* recomienda que se confíe el cálculo del *PHPP* a un Diseñador o Consultor *Passivhaus*. Sin embargo, por lo general cualquier persona que esté suficientemente cualificada puede preparar y presentar este cálculo al Certificador.

### ¿Puedo llamar a mi edificio *Passivhaus* aunque no esté certificado?

El estándar *Passivhaus* ha sido definido por el Instituto *Passivhaus*, pero no cuenta con protección como marca registrada intencionadamente. Incluso sin la certificación, un consultor energético puede por ejemplo preparar la verificación *Passivhaus* utilizando el programa *PHPP*; si se han cumplido todos los Criterios del estándar, el edificio se puede identificar como "Passivhaus" incluso sin certificación. Sin embargo, el sello "Passivhaus Certificada" con el logotipo del Instituto *Passivhaus* no podrá utilizarse en relación con el edificio en ese caso.

### ¿Cuál es la diferencia entre un Diseñador *Passivhaus* certificado y un Certificador *Passivhaus*?

Los Diseñadores o Consultores *Passivhaus* certificados han obtenido una formación aprobada por el Instituto *Passivhaus* para calcular o proyectar un edificio *Passivhaus*. Hay varios miles de Diseñadores certificados en todo el mundo.

Para buscar Diseñadores *Passivhaus* certificados consulte [www.passivhausplaner.eu](http://www.passivhausplaner.eu) → [Search for Certified Passive House Designers](#)

Los Certificadores *Passivhaus* están autorizados contractualmente por el Instituto *Passivhaus* para certificar edificios *Passivhaus* en su nombre y conforme a su metodología. En la mayoría de los

países sólo hay un Certificador o bien unos pocos Certificadores.

Para encontrar una lista de certificadores de edificios acreditados consulte [www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com) → [Certification](#) → [Buildings](#) → [Building Certifiers](#)

### ¿Es posible certificar edificios con usos especiales, como piscinas, supermercados u hospitales como edificios *Passivhaus*?

La certificación *Passivhaus* también es posible para edificios de uso especial. Los requisitos pueden diferir ligeramente de los Criterios del Estándar *Passivhaus* habituales, por lo que es fundamental consultar con el Instituto *Passivhaus* al inicio del proyecto. Para ciertos usos, sólo el Instituto *Passivhaus* puede realizar la certificación, y no otros certificadores acreditados.

### Mi edificio tiene una demanda de electricidad muy alta debido al tipo de uso. ¿Sigue siendo necesario que el edificio cumpla el valor límite de energía primaria?

Si se produce una demanda de electricidad muy alta en el caso de edificios de uso especial (por ejemplo, un hospital), en consulta con el Instituto *Passivhaus*, la demanda de energía primaria también puede excederse. A estos efectos, será necesario verificar el uso eficiente de la energía eléctrica para todas las aplicaciones eléctricas de

gran envergadura. Los usos que se consideran "uso eficiente" en cada caso se acordarán con el Certificador.

Para obtener una descripción de salas de servidores se puede consultar [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → [Passive House certification](#) → [Building certification](#) → [Supplementary provisions to the criteria](#) → [Evaluation of server and server room efficiency for non-residential buildings that exceed the primary energy criterion](#)

# Glosario

## Tasa de renovación de aire [1/h]

Ésta indica la frecuencia con la que se reemplaza el volumen de aire dentro del edificio con aire fresco del exterior en una hora. En edificios residenciales *Passivhaus* este valor se mantiene habitualmente entre 0,3 y 0,5 1/h.

## Hermeticidad

Es necesario un nivel excelente de hermeticidad de la envolvente del edificio para alcanzar las ventajas de una *Passivhaus*: baja demanda energética, confort térmico, una construcción inocua. También es un requisito previo para el funcionamiento eficiente y fiable del sistema de ventilación. La hermeticidad del edificio se determina a través del ensayo de presurización diferencial (ensayo *Blower Door*).

## Capa de Hermeticidad

Capa de componentes de construcción de la envolvente del edificio que evita que el aire entre o se escape a través de la envolvente. Para lograr un nivel excelente de hermeticidad de la envolvente del edificio, sólo debe haber una capa de hermeticidad que albergue todo el volumen del edificio calefactado o refrigerado sin fisuras. La capa de hermeticidad puede crearse usando láminas, capas de yeso o componentes de

construcción compuestos de materiales impermeables (p. ej.: hormigón armado).

## Límite de balance

Para la comprobación usando el Programa de Planificación *Passivhaus*, el límite de balance constituye la envolvente aislada y hermética del edificio que engloba el volumen del edificio calefactado y refrigerado. Los flujos de energía que ocurren en esta superficie de la envolvente (p. ej.: las pérdidas de calor debidas a la conductividad térmica o intercambio del aire) se tienen en cuenta en este cálculo del balance.

## Declaración de dirección de obra

La certificación del edificio a través del Instituto *Passivhaus* se basa principalmente en la revisión de la documentación del proyecto y el *PHPP*. Para verificar que el trabajo se ejecuta y el edificio se construye conforme a la documentación del proyecto revisada, la dirección de obra responsable del proyecto firma una declaración a estos efectos. El Certificador proporcionará una plantilla.

## Demanda de refrigeración y deshumidificación [kWh/ (m<sup>2</sup>a)]

La energía útil que se necesita para mantener las condiciones del aire interior deseadas de refrigeración (máximo de temperatura de diseño estándar del *PHPP* de 25 °C y 12 g/kg humedad del

aire). Esto no tiene en cuenta la eficiencia del equipo que elimina el calor y la humedad del aire.

## Colores fríos

Los colores fríos son colores que tienen un coeficiente de absorción bajo en la gama infrarroja del espectro solar. Como resultado, las superficies exteriores que están cubiertas con estos colores absorben menos calor de la luz solar. En el procedimiento de componentes de edificios *EnerPHit* existe un requisito que especifica que los colores fríos deben usarse en climas cálidos o muy cálidos.

## Carga de refrigeración [W/ (m<sup>2</sup>a)]

La carga de refrigeración consiste en la carga de calor que se debe eliminar del edificio para mantener las condiciones del aire interior específicas, incluso en los casos más desfavorables (altas temperaturas exteriores y radiación solar).

## Zona climática

Cada ubicación en el mundo pertenece a una de las zonas climáticas definidas por el Instituto *Passivhaus*. Para alcanzar el estándar *Passivhaus*, normalmente se necesitan medidas de eficiencia similares en aquellas ubicaciones que se encuentran en la misma zona climática. Los

requisitos del método para componentes de edificios *EnerPHit* se fundamentan en las zonas climáticas correspondientes. En el programa de planificación *Passivhaus* (PHPP), la zona climática es determinada a partir de los datos climáticos de la ubicación del edificio.

#### **Documentación para equilibrado de caudal de aire**

Después de instalar el sistema de ventilación, el caudal debe regularse en todas las válvulas de aire de impulsión y de extracción según los caudales planificados. Además, se debe comprobar si el caudal máximo del aire que entra en el edificio a través del sistema de ventilación coincide con el que sale. Este procedimiento también se conoce como puesta en marcha. Para la certificación del edificio por el Instituto *Passivhaus*, siempre se debe proporcionar un protocolo completo y firmado del equilibrado para verificar que el mismo se ha llevado a cabo.

#### **Rendimiento del intercambiador tierra-aire: $\eta_{GHE}$ [%]**

Los intercambiadores de calor tierra-aire sirven para precalentar el aire externo durante el invierno o prerrefrigerarlo durante el verano antes de que entre en el edificio. En el caso más sencillo, el aire externo pasa a través de tubos colocados bajo tierra. Este rendimiento es una medida de eficiencia del intercambiador tierra-aire e indica en qué proporción se compensa la diferencia de

temperatura entre el aire del exterior y la media anual de la temperatura del suelo.

#### ***EnerPHit***

*EnerPHit* es un estándar de edificación que fue desarrollado por el Instituto *Passivhaus* para edificios ya construidos que tan sólo alcanzarían el estándar *Passivhaus* con grandes dificultades. Los componentes *Passivhaus* se utilizan para edificios *EnerPHit*, de modo que, excepto por la demanda energética que es ligeramente superior, se puedan beneficiar de casi todas las ventajas de una *Passivhaus*.

#### **Plan de rehabilitación *EnerPHit***

El plan de rehabilitación *EnerPHit* (PRE) es un documento para los propietarios de edificios que contiene un concepto general cuidadosamente diseñado para la rehabilitación por fases del rendimiento energético del edificio. Este plan tiene en cuenta importantes interrelaciones entre las distintas medidas de ahorro energético. De esa manera, se puede alcanzar un resultado final óptimo de forma fiable y con un esfuerzo razonable a lo largo de las fases. El documento PRE que se incluye en el CD del *PHPP* genera un esquema básico para el plan de rehabilitación *EnerPHit* cuando se importa un cálculo completo en el *PHPP*.

#### **Frecuencia de sobrecalentamiento**

Describe el porcentaje de horas en un año en el que la temperatura interior supera los 25 °C en edificios que no se refrigeran activamente. Para el estándar energético del Instituto *Passivhaus*, este porcentaje no puede superar el 10 %. Se recomiendan valores menores al 5 %.

#### **Frecuencia de humedad excesiva**

El número de horas durante el año en que la humedad absoluta del aire interior supera los 12 g/kg.

#### **Factor de temperatura: $f_{RSI}$**

El factor de temperatura es una medida adimensional para determinar la proporción de temperatura del aire exterior y la temperatura superficial interior mínima. Se puede usar como un indicador del riesgo de aparición de moho y formación de condensación. Por lo tanto, se puede tener en cuenta lo siguiente: cuanto mayor sea el factor de temperatura, más caliente estará la superficie interior y el riesgo de aparición de moho o condensación será menor.

#### **Factor solar $g$**

El factor de transmisión de energía solar total o valor  $g$  hace referencia a la transmisión de energía de un componente de construcción transparente, como el acristalamiento. El valor  $g$  corresponde a la suma de la transmisión directa de radiación solar más la emisión secundaria entrante de calor a través de la radiación y convección. Por lo tanto, un

valor g de 1 corresponde a una ganancia de calor del 100%. Con un acristalamiento triple moderno, este valor es de 0,55 aproximadamente.

### **Demanda de calefacción [kWh/(m<sup>2</sup>a)]**

La demanda de calefacción es la energía útil que se necesita para mantener las habitaciones dentro de la envolvente térmica del edificio a la temperatura interior deseada (temperatura de diseño estándar de 20 °C). Aquí no se incluyen las pérdidas de los generadores de calor (p. ej.: la caldera) ni la electricidad auxiliar necesaria para la generación y distribución de calor.

### **Carga de calefacción [W/(m<sup>2</sup>a)]**

La carga de calefacción es el calor emitido por el sistema de calefacción que debe suministrarse a las estancias climatizadas para mantener la temperatura interior deseada aun en condiciones desfavorables (bajas temperaturas exteriores o ausencia de radiación solar).

### **Eficiencia de recuperación de calor [%]**

Dicho de otro modo, la eficiencia de recuperación de calor del aparato de ventilación describe el porcentaje de energía térmica en el aire viciado expulsado del edificio y que el intercambiador de calor transfiere al aire de impulsión y, por lo tanto, no se pierde. El método para determinar la eficiencia de recuperación de calor que se usa para la comprobación *Passivhaus* garantiza el cálculo correcto de los flujos de energía en cuanto a la

física. Los valores calculados de otra manera normalmente son inadecuados para la comprobación *Passivhaus*.

La eficiencia de recuperación de calor real del sistema de ventilación se calcula usando la eficiencia de recuperación de calor del aparato de ventilación y una deducción de las pérdidas de calor a través de los conductos de ventilación entre el aparato y la envolvente térmica del edificio.

### **GIC: ganancias internas de calor**

Las ganancias internas de calor consisten en el calor total emitido por las personas y los electrodomésticos dentro del edificio. Durante el invierno estas ganancias contribuyen al calentamiento del edificio, mientras que durante el verano éstas incrementan la demanda de refrigeración en forma de cargas térmicas no deseadas. Para los edificios residenciales y algunos tipos de edificios no residenciales, los valores estándar de las GIC se especifican en el *PHPP*, los cuales se deben utilizar para la certificación.

### **Protección térmica mínima**

La protección térmica mínima describe el estándar al que el edificio o la envolvente del edificio se deben ajustar para cumplir los requisitos mínimos para la integridad estructural del edificio (condensación/moho) y el confort térmico. Por lo general, los edificios *Passivhaus* y

rehabilitaciones *EnerPHit* automáticamente cumplen estos requerimientos relativamente mínimos gracias a su excelente estándar de protección térmica. Los Criterios de construcción del Instituto *Passivhaus* incluyen requisitos específicos del estándar mínimos para la protección térmica.

### **Eficiencia de recuperación de humedad [%]**

Algunos aparatos de ventilación también incluyen recuperación de humedad además de recuperación de calor. La eficiencia de recuperación de humedad indica la proporción de humedad absoluta transferida a la humedad máxima transferible.

### ***Passivhaus***

Los edificios *Passivhaus* tienen una extrema eficiencia energética, son confortables, asequibles y respetuosos con el medio ambiente al mismo tiempo. “*Passivhaus*” no es el nombre de una marca, es un concepto de edificación accesible para todos. Con decenas de miles de edificios en todo el mundo, el Estándar *Passivhaus* ha acreditado su validez en la práctica durante más de 25 años.

### **Clases de *Passivhaus***

Una *Passivhaus Classic* cuenta con una eficiencia energética muy alta por sí sola. En las clases *Plus* y *Premium*, los edificios se optimizan aún más para el uso eficiente de energía renovable y también para la generación de la misma; p. ej.: a través de

módulos fotovoltaicos en la cubierta. Clases similares se utilizan para el estándar *EnerPHit*.

### **Componentes *Passivhaus***

Son elementos de construcción tales como ventanas, aislamiento térmico, sistemas de ventilación, entre otros, que son adecuados para la construcción de edificios *Passivhaus* o rehabilitaciones *EnerPHit*. El Instituto *Passivhaus* especifica los requisitos para los componentes *Passivhaus* y estudia la evaluación del rendimiento de los componentes entregados para obtener la certificación. Se dispone de valores característicos fiables para los casi 1.000 componentes *Passivhaus* que se han certificado actualmente y que hacen posible un cálculo realista de la demanda energética de un edificio.

### **PER: energía primaria renovable ([kWh/(m<sup>2</sup>a)])**

La disponibilidad de energía renovable oscila dependiendo de la radiación solar, la fuerza del viento y la cantidad de precipitaciones. Para un abastecimiento de energía renovable del 100% en un futuro, parte de la energía generada debe almacenarse inmediatamente. Este almacenamiento está inevitablemente relacionado con pérdidas. Al final, solo una tercera parte de la cantidad original de la electricidad

generada estará disponible, especialmente en el caso del almacenamiento a largo plazo estacional, por ejemplo, debido a la generación de gas metano almacenable. La demanda PER refleja la cantidad de energía renovable que se debe generar originalmente para cumplir la demanda energética total del edificio. Por tanto, incluye también las pérdidas de almacenamiento. El método PER fue desarrollado por el Instituto *Passivhaus*, de modo que los edificios ya se pudieran optimizar durante la planificación para el uso de energía renovable.

### **PHI - Edificio de baja demanda energética**

El estándar PHI - Edificio de baja demanda energética es apto para los edificios que no alcanzan en cierta medida el Estándar *Passivhaus* por varias razones. Los requisitos de demanda energética y confort térmico son menos rigurosos que para edificios *Passivhaus*. Al igual que en los edificios *Passivhaus*, las comprobaciones se hacen utilizando el programa de planificación *Passivhaus* (PHPP).

### **PHPP: programa de planificación *Passivhaus***

El PHPP es un programa informático de balance energético estructurado de manera sencilla y de fácil uso. Se utiliza para la planificación energética pertinente y la comprobación de los estándares energéticos definidos por el Instituto *Passivhaus*. En un gran número de proyectos se ha demostrado la excelente correlación entre el

cálculo y las medidas de consumo de energía reales del edificio. El PHPP se puede solicitar a través de la página web del Instituto *Passivhaus*.

### **Ensayo de presión de la tasa de renovación de aire n<sub>50</sub> [1/h]**

Consiste en una serie de mediciones en situaciones de presión negativa y presión positiva con una diferencia de presión mínima de 50 pascales entre el entorno y el interior del edificio que se está midiendo. Si esta cifra se divide entre el volumen de aire interior neto, el resultado dará una tasa de renovación de aire "n" a 50 pascales, es decir, el valor n<sub>50</sub>. En una *Passivhaus* este valor no puede superar 0,6 1/h.

### **Huella proyectada del edificio**

Proyección ortogonal de la envolvente del edificio calefactado o refrigerado en un plano horizontal. Se utiliza para describir la superficie del terreno que ocupa el edificio. La huella proyectada del edificio sirve como superficie de referencia para evaluar la generación de energía renovable y básicamente corresponde con la superficie útil para la producción de energía solar.

### **Valor-Ψ: coeficiente de puente térmico [W/(mk)] o [W/K]**

Para la comprobación *Passivhaus* según la ISO 10211, el coeficiente de puente térmico o valor-Ψ (valor psi) se calcula según las dimensiones exteriores (debe ser idéntico a las dimensiones

de referencia de la superficie de la envolvente del edificio). Este valor describe las pérdidas de calor adicionales en relación con el componente de construcción periódico y continuo en una situación de conexión de componentes (puente térmico lineal) o una penetración puntiforme.

### **Ganancias solares /Carga solar**

Durante el periodo de calefacción, la radiación solar deseable que entra por las ventanas reduce la demanda de calefacción. Durante el periodo de refrigeración, la incidencia solar no deseada en las ventanas, cubierta y fachadas incrementa la demanda de refrigeración en forma de carga solar. En los criterios *EnerPHit* según el método de componentes de construcción, para aquellos edificios refrigerados activamente se dispone un requisito de carga solar que entra al edificio a través de la superficie del acristalamiento.

### **IRS: índice de reflexión solar**

El IRS es un parámetro para las superficies exteriores del edificio que describe la medida en que la exposición solar las calienta. Éste tiene en cuenta tanto la absorción como la emisividad de la superficie. Cuanto más alto sea el valor del IRS, menor será la superficie que se calentará. En el método para componentes de construcción *EnerPHit* se dispone un requisito para el IRS en climas cálidos y muy cálidos.

### **Confort térmico**

El confort térmico es una percepción subjetiva del cuerpo basada en si la persona se siente cómoda en el entorno o no. Entre otras cosas, la temperatura interior, la temperatura de la superficie de los componentes de construcción y la velocidad del aire afectan a la percepción de confort (o ausencia de confort). Los criterios de edificación del Instituto *Passivhaus* incluyen los requisitos mínimos para el confort térmico, en concreto para el valor U de las ventanas.

### **Conductividad térmica [W/ (mK)]**

La conductividad térmica (también conocido como valor Lambda) describe cómo un material conduce el calor. Los materiales de aislamiento tienen una conductividad térmica muy baja y por tanto previenen la conducción térmica no deseada; p. ej.: a través de la fachada de un edificio calefactado hacia el exterior.

### **Perdidas de calor por transmisión**

Flujo de calor a través de los componentes de construcción exteriores según la diferencia de temperatura en grados kelvin. Cuanto menor sea este valor, mejor será el efecto de aislamiento de la envolvente del edificio.

### **Superficie de referencia energética (SRE)**

Es la superficie útil de un edificio a calefactar o refrigerar. La SRE equivale aproximadamente a la superficie interior construida; la principal

diferencia es que la SRE excluye las superficies ocupadas por la tabiquería interior. Por tanto, se trata de una medida para el uso del edificio. Las superficies son ponderadas de diferente manera según el uso de las estancias, con valores de un 100 % o 60 %. Las normas para determinar la SRE se explican en el manual de usuario del *PHPP*.

### **Valor U [W/ (m<sup>2</sup>K)]**

La transmisión térmica (valor U) es una medida del flujo de calor a través de una o más capas de materiales si prevalecen diferentes temperaturas en ambos lados. La unidad para el valor U (W/m<sup>2</sup>K) define la cantidad de energía por cada unidad de tiempo que fluye a través de una superficie de metro cuadrado si la temperatura en ambos lados difiere en un grado kelvin. Cuanto menor sea este valor, mejor será el efecto de aislamiento de la envolvente del edificio.

### **U<sub>f</sub>: valor U de marco de ventana [W/ (m<sup>2</sup>K)]**

El valor U de un marco de ventana indica la pérdida energética a través de ese marco de ventana.

### **U<sub>g</sub>: valor U del acristalamiento [W/(m<sup>2</sup>K)]**

El valor U del acristalamiento indica la pérdida energética a través del acristalamiento de la ventana. Para la comprobación *Passivhaus*, este valor se debe indicar con dos cifras decimales.

### **U<sub>w</sub>: valor U de ventana [W/(m<sup>2</sup>K)]**

El valor  $U$  de ventana ( $U_w$ ) indica la pérdida energética a través de toda la ventana, por tanto, no proporciona información exacta sobre la calidad del marco automáticamente. Esto se debe examinar más detalladamente.

#### **$U_w$ instalada [W/ (m<sup>2</sup>K)]**

El valor  $U_w$  cuando se instala la ventana en una situación particular bajo la consideración de la instalación del puente térmico.

#### **Pérdidas de calor por ventilación**

Las pérdidas de calor por el intercambio de aire con el aire exterior durante el periodo de climatización, ya sea por un intercambio específico a través del sistema de ventilación o ventilación por ventanas o por el intercambio no intencionado debido a la expulsión de aire interior caliente a través de infiltraciones en la envolvente del edificio. En los edificios *Passivhaus*, las pérdidas de calor por ventilación se reducen a un mínimo gracias a un sistema de ventilación con recuperación de calor y una envolvente de edificio muy hermética.



## Presentación del Instituto *Passivhaus*

El Instituto *Passivhaus* (PHI) es un **instituto de investigación independiente** fundado por el Dr. Wolfgang Feist junto a un equipo de empleados multidisciplinar en constante crecimiento. El PHI ha tenido un rol particularmente importante en el desarrollo del concepto *Passivhaus*.



Desde entonces, el Instituto *Passivhaus* ha asumido una posición de liderazgo con respecto a la investigación y desarrollo de conceptos de construcción, elementos de construcción, herramientas de planificación y control de calidad particularmente para edificios energéticamente eficientes.

El Instituto *Passivhaus* pone su conocimiento a disposición de todos, de manera que los hallazgos en relación al Estándar *Passivhaus*, la certificación y los programas de formación, así como el marketing de herramientas de planificación como el programa de planificación *Passivhaus* y *designPH*, no puedan considerarse un monopolio de cualquier institución local en cualquier país. El Instituto *Passivhaus* no firma ningún contrato exclusivo. Siempre y cuando todos los requisitos previos se cumplan, el Instituto *Passivhaus* está abierto a colaborar con socios adecuados en cualquier momento y en cualquier país. Puede contactar directamente con el Instituto *Passivhaus* si tiene alguna pregunta sobre la certificación de profesionales, edificios y componentes de construcción, así como todos los servicios de consultoría pertinentes.

## Ejemplos de documentación

A continuación, se presentan enlaces a ejemplos de los documentos más importantes que deben presentarse para la certificación. Constituyen un complemento representativo de la documentación exigida y descrita en esta guía.

Todos los ejemplos de documentación se pueden consultar en: [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → [Passive House Certification](#) → [Building Certification](#) → [Examples of documents that need to be submitted for certification](#)

- PDF completo del [programa de planificación Passivhaus \(PHPP\)](#) para edificios residenciales.
- [Cálculo detallado de Vn50 y TFA \(SRE\)](#) de vivienda unifamiliar.
- Documentación del [cálculo de puentes térmicos](#) con detalles de conexión colindante con aire exterior.
- Documentación de [cálculos de puentes térmicos](#) con detalles de conexión colindante al terreno.
- Ficha técnica del [acristalamiento](#).
- Documentación del [cálculo de valores U del marco de ventana](#) según la norma EN ISO 10077-2.
- Documentación del [cálculo de puentes térmicos de la instalación de una ventana](#).
- Documentación del [cálculo de puentes térmicos del borde de vidrio](#) conforme a la norma EN ISO 10077-2.
- [Documentación completa del equilibrado del caudal de aire](#) según la “ficha técnica de ventilación”.
- Registro del [ensayo de hermeticidad](#).
- Plantilla para la declaración [de dirección de obra](#).
- Checklist [Fotografías de obra](#)
- [Plan de rehabilitación EnerPHit](#) completo para la reforma por fases hasta alcanzar el estándar *EnerPHit*.
- [Hoja de confirmación](#) de sistemas de generación de energía renovable que no están instalados en el edificio.

La Guía de Certificación de Edificios en otros idiomas puede encontrarse en: [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org) → [Passive House Certification](#) → [Building Certification Guide](#)

