



# Crterios

para los estándares Passivhaus, EnerPHit, y  
PHI Edificio de baja demanda energética

Versión 10b | Mayo 2022



**Publicado por:**

Passivhaus Institut

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)

**Versión 10b**, válida con la versión 10 de PHPP

Revisión: 24/05/2022

Traducción al español: 31/01/2023

© 2022 Passivhaus Institut

**Copyright**

Passivhaus Institut (PHI) proporciona este documento de forma gratuita. Solo se pueden distribuir copias digitales completas y sin cambios. Solo se permiten traducciones previo acuerdo por escrito con el PHI. A menos que se indique lo contrario, los derechos de autor de todas las imágenes e ilustraciones de este documento pertenecen al PHI.

© Imágenes en la portada de izquierda a derecha

1ª fila: Marc Lins Photography | Bernd Steinmüller | José María de Lapuerta Montoya, De Lapuerta + Campo arquitectos | RoA - Rongen Architekten Part GmbB

2ª fila: Andrew Latreille, Latreille Architectural Photography | Luc Boegly | Knut Menden | Wolfgang Thaler

3ª fila: José María de Lapuerta Montoya, De Lapuerta + Campo arquitectos | RoA - Rongen Tribus Vallentin | Jordan Parnass Digital Architecture | ArchitekturWerkstatt Vallentin GmbH

4ª fila: Mattias Hamren | Kit Knowles | Peter Bennetts | Jorj Konstantinov

5ª fila: Tim Crocker 2019 | Silent Sama architectural photography | Tim Eian | Jim Stephenson

6ª fila: Peter Cook

# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
1.1	Objetivos, aplicabilidad y validez .....	5
1.1.1	Objetivos .....	5
1.1.2	Aplicabilidad .....	5
1.1.3	Validez.....	5
1.2	Estructura de los criterios .....	6
1.3	Modificaciones relevantes respecto a la versión anterior.....	6
1.3.1	Versión 10b .....	6
<b>2</b>	<b>Criterios .....</b>	<b>9</b>
2.1	Estándar Passivhaus .....	9
2.2	Estándar EnerPHit .....	11
2.2.1	Criterios EnerPHit para el método por calidad de los componentes del edificio.....	12
2.2.2	Criterios EnerPHit para el método de demanda energética .....	14
2.2.3	Criterios generales EnerPHit (para ambos métodos) .....	15
2.2.4	Excepciones para EnerPHit.....	16
2.3	Estándar PHI Edificio de baja demanda energética .....	17
2.4	Criterios generales mínimos para todos los estándares .....	18
2.4.1	Frecuencia de sobrecalentamiento .....	18
2.4.2	Frecuencia excesivamente alta de humedad .....	18
2.4.3	Ventilación.....	18
2.4.4	Protección térmica mínima .....	19
2.4.5	Satisfacción de los ocupantes .....	20
2.5	Condiciones de contorno para el cálculo con PHPP .....	21
2.5.1	Zonificación .....	21
2.5.2	Ganancias internas de calor (GIC) .....	22
2.5.3	Fuentes internas de humedad.....	22
2.5.4	Tasa de ocupación .....	22
2.5.5	Condiciones interiores de diseño .....	22
2.5.6	Datos climáticos .....	22
2.5.7	Caudal promedio de ventilación .....	23
2.5.8	Demanda de agua caliente sanitaria (ACS) .....	23
2.5.9	Calidad del aislamiento de piezas de conexión, abrazaderas, etc. ....	23
2.5.10	Límites para el balance de usos de energía eléctrica y no eléctrica .....	23
2.5.11	Demanda de electricidad por electrodomésticos e iluminación (edificios residenciales) .....	24
2.5.12	Factor de energía primaria para la calefacción urbana .....	24
<b>3</b>	<b>Normativa técnica para la certificación de edificios .....</b>	<b>25</b>
3.1	Procedimiento de comprobación .....	25
3.1.1	Sellos.....	25
3.1.2	Validez.....	26
3.1.3	Criterios.....	26
3.1.4	Procedimiento .....	26

3.1.5	Alcance de la revisión .....	26
3.1.6	Retención del certificado por deficiencias graves en el edificio .....	27
3.1.7	Excepciones a los criterios / proyectos piloto .....	27
3.2	Documentos a presentar .....	27
3.2.1	Programa de Planificación Passivhaus (PHPP) .....	28
3.2.2	Documentos de diseño y planificación .....	29
3.2.3	Detalles constructivos estándar y de encuentros .....	29
3.2.4	Ventanas y puertas .....	30
3.2.5	Sombreamiento .....	30
3.2.6	Ventilación .....	30
3.2.7	Calefacción/refrigeración de espacios, ACS y aguas residuales.....	31
3.2.8	Aparatos eléctricos e iluminación .....	32
3.2.9	Energía renovable .....	32
3.2.10	Hermeticidad de la envolvente del edificio .....	33
3.2.11	Fotografías .....	33
3.2.12	Excepciones (solo para EnerPHit).....	33
3.2.13	Cálculo de la viabilidad económica (solo para EnerPHit) .....	34
3.2.14	Comprobación de los requisitos generales mínimos (según la sección 2.4) .....	34
3.2.15	Declaración del director de obra.....	35
3.3	Pre-certificación para las rehabilitaciones paso-a-paso .....	36
3.3.1	Procedimiento para la pre-certificación .....	36
3.3.2	Orden de rehabilitación permitida.....	37
3.3.3	Protección contra la humedad: requisitos para estados intermedios .....	37
3.3.4	Documentos a presentar para la pre-certificación .....	37
<b>4</b>	<b>Anexo .....</b>	<b>39</b>
4.1	Disposiciones adicionales relacionadas con los criterios .....	39
4.1.1	Cálculo del volumen de aire $V_{n50}$ para el ensayo de hermeticidad .....	39
4.1.2	Certificación de casas adosadas y casas pareadas/dúplex .....	41
4.1.3	Certificación de edificios con uso no estándar en las plantas bajas .....	42
4.1.4	Confort térmico: compensación de temperaturas superficiales interiores excesivamente bajas .....	46

# 1 Introducción

## 1.1 Objetivos, aplicabilidad y validez

### 1.1.1 Objetivos

Los estándares energéticos "**Passivhaus**" (o Casa Pasiva) y "**EnerPHit**", definidos por el Passivhaus Institut en este documento, tienen como objetivo garantizar, en particular, las siguientes características del edificio:

- Condiciones interiores de confort y saludables durante todo el año
- Un nivel extremadamente alto de eficiencia energética (como requisito previo para un funcionamiento rentable y la protección del clima)
- Un alto nivel de satisfacción de los usuarios

Estos criterios describen los requisitos definidos con precisión para alcanzar estos objetivos.

El estándar "**PHI Edificio de baja demanda energética**" es un estándar alternativo para los edificios que no cumplen completamente los objetivos de eficiencia energética y confort.

### 1.1.2 Aplicabilidad

Los edificios que cumplan los requisitos descritos en la sección "2 Criterios" alcanzarán el estándar Passivhaus, EnerPHit, o PHI Edificio de baja demanda energética.

Con fines de garantía de calidad, el edificio puede ser certificado por el PHI o por un [certificador de edificios Passivhaus acreditado por el PHI](#) (en lo sucesivo denominado "Certificador"). Si la revisión exhaustiva demuestra que el edificio cumple todos los criterios, el Certificador podrá otorgar uno de los sellos aplicables, descritos en la sección 3.1.1 "Passivhaus certificada" (o Casa Pasiva certificada), "Rehabilitación EnerPHit certificada" o "PHI Edificio de baja demanda energética".

Los sellos del PHI para los edificios o la denominación "certificada" no pueden utilizarse para edificios que cumplan los criterios, pero que no hayan sido certificadas según se describe en el párrafo anterior.

### 1.1.3 Validez

Esta actualización de los criterios entra en vigor con la publicación de **la versión 10 del Programa de Planificación Passivhaus (PHPP)**. El PHPP 10 en español se publicó el 31 de enero de 2023. A medida que el PHPP 10 se publique en otros idiomas, estos criterios entrarán en vigor para las personas que utilicen dichas versiones.

## 1.2 Estructura de los criterios

El presente documento contiene los criterios para los estándares energéticos de los edificios definidos por el Passivhaus Institut. Las secciones 2.1, 2.2 y 2.3 contienen los **criterios** específicos de los tres estándares. Los requisitos de la sección 2.4 "**Criterios generales mínimos para todos los estándares**" aplican para los tres estándares.

El cumplimiento de los criterios establecidos debe comprobarse mediante la utilización del Programa de Planificación Passivhaus (PHPP), aplicando las condiciones de contorno que figuran en la sección 2.5 "**Condiciones de contorno para el cálculo con PHPP**".

Si un edificio va a ser certificado por el PHI o por uno de los Certificadores acreditados, la revisión se realizará de acuerdo con la sección 3 "**Normativa técnica para la certificación de edificios**". Los documentos que deben presentarse en el proceso de certificación se enumeran en la sección 3.2.

El **Anexo (sección 4)** contiene disposiciones adicionales sobre preguntas a detalle relativas a la certificación. Cuando sea necesario, se hará referencia a ellas en las secciones anteriores.

La "[Guía para la certificación de edificios](#)" es un documento aparte que sirve de complemento a los "Criterios para los estándares Passivhaus, EnerPHit y PHI Edificio de baja demanda energética" publicados por el Passivhaus Institut. Esta guía pretende facilitar la comprensión de los requisitos presentados en este documento de forma concisa y precisa, y proporcionar explicaciones adicionales. En caso de duda, los requisitos descritos en los criterios prevalecerán sobre las explicaciones de la guía.

## 1.3 Modificaciones relevantes respecto a la versión anterior

Los cambios mencionados a continuación se tienen en cuenta automáticamente en la versión 10 del PHPP:

### 1.3.1 Versión 10b

#### Energía

- Periodo de refrigeración: ya no se utiliza el **criterio de la carga de refrigeración**. Para los climas con una alta demanda de refrigeración, y con base a experiencias anteriores, se establece un **requisito de demanda de refrigeración** ligeramente menos exigente.
- Periodo de calefacción: los requisitos para la **demanda de calefacción** ahora también son aplicables en climas cálidos.
- En el caso de los edificios residenciales o de oficinas con una alta densidad de ocupación, se puede utilizar un **requisito de energía primaria** (PER y PE) **específico para el proyecto**. Éste se calcula automáticamente en el PHPP.
- Nuevo criterio para componentes EnerPHit de la **envolvente del edificio hacia el terreno**: la pérdida de calor promedio por metro cuadrado de superficie del componente (teniendo en cuenta el efecto aislante del terreno) no puede ser superior a la de un componente de la envolvente del edificio en contacto con el aire exterior y que cumpla los requisitos para componentes EnerPHit.

### Crterios generales mínimos

- Un criterio de **confort** más preciso (valor-U mínimo) basado en el tamaño de la ventana (el requisito es menos estricto para ventanas más pequeñas). Por tanto, la excepción anterior del criterio de confort para las ventanas de menos de 1 m<sup>2</sup> ya no es aplicable.
- Un **criterio de higiene** más preciso (factor de temperatura  $f_{Rsi}$ , prevención de moho). Éste se calcula ahora en el PHPP con base en las condiciones específicas del proyecto y sustituye al criterio anterior que dependía de la zona climática.
- Hasta ahora, los perfiles para los **umbrales de las puertas** a menudo no podían cumplir el criterio de higiene por razones técnicas. Ahora existe un valor límite menos estricto para estos perfiles.
- Los requisitos de confort e higiene son aplicables también a las **zonas de clima cálido**.
- Sistema de ventilación: requisitos más claros relativos a la **prevención de las corrientes de aire**.
- Requisito de ventilación en los **huecos de escalera**.

### Condiciones para el cálculo con el PHPP

- Los cálculos para la energía fotovoltaica y solar térmica, así como el sombreadamiento, solo pueden realizarse con el PHPP. Ya no se permite el uso de un **software externo** para este fin (excepto para el sombreadamiento, con designPH a partir de la versión 2).
- Si se prevé una **diferencia significativa entre el uso real** y las condiciones estándar del PHPP, deberá calcularse una segunda variante en el PHPP con las condiciones alternativas (por ejemplo, consumos esperados). Esto aplica especialmente a los países en los que se ha demostrado que el consumo de electricidad o de agua caliente es mayor.
- Para el cálculo de la **demanda de refrigeración** en el PHPP para los estándares EnerPHit y PHI Edificio de baja demanda energética, se supone que la hermeticidad es  $n_{50} = 1,0$  1/h (en lugar de 0,6 1/h como se utilizaba anteriormente).
- Reglas más exactas para determinar el factor de energía primaria para la **calefacción urbana**.
- Valores estándar para las ganancias internas de calor (GIC): en el caso de las **escuelas**, ahora se distingue entre las que tienen horarios de media jornada y las de jornada completa; ya no se incluye el valor para las **residencias de ancianos o de estudiantes**.
- Especificación de los **caudales de aire mínimos** para la ventilación del edificio; ya no aplica el límite superior del caudal de aire.
- **Temperatura interior de diseño** en el periodo de calefacción: se sustituye la referencia a la norma EN 12831 por una disposición independiente.

### Documentos que deben presentarse

- La documentación del **protocolo final del equilibrado de la ventilación** (ajuste de los caudales) debe contener la firma de la persona que realiza el ajuste.
- En el caso de los edificios no residenciales, se debe presentar un **cálculo de la pérdida de presión** en los conductos de ventilación; para los edificios residenciales solo se debe presentar para las unidades de ventilación con un caudal de aire superior a 600 m<sup>3</sup>/h (funcionamiento estándar).
- Para medir la **hermeticidad del edificio**, los criterios hacen referencia ahora a la norma ISO 9972 (y no a la norma EN13829). Además, los criterios incluyen disposiciones adicionales para el cálculo del volumen.

- En el caso de los edificios sin refrigeración activa, la documentación de la **estrategia de confort de verano** debe estar firmada por el propietario del edificio.
- Aclaración de que el valor **medio** obtenido de las **presiones negativas y positivas** se aplicará para alcanzar el valor límite  $n_{50}$ .
- Es necesario comprobar que las **tuberías de calefacción y agua caliente** se han aislado de forma que se minimicen los puentes térmicos, si así se especifica en el PHPP.

### Varios

- Nueva sección sobre **excepciones y proyectos piloto**.
- Nueva disposición en caso de **durabilidad inadecuada** de las medidas de eficiencia (por ejemplo, cintas adhesivas no aptas para el sellado/la hermeticidad).
- Las **disposiciones adicionales** relacionadas con los criterios se han integrado en el **anexo** del presente documento, las cuales se publicaron previamente en Passipedia.



## 2 Criterios

### 2.1 Estándar Passivhaus

Los edificios Passivhaus (o edificios Casa Pasiva) combinan un confort térmico especialmente alto con un consumo mínimo de energía. En general, el estándar Passivhaus es rentable particularmente en el caso de edificios de nueva construcción. Los edificios Passivhaus se clasifican como Classic, Plus o Premium en función de la demanda de energía primaria renovable (PER) y de la generación de energía renovable.

**Tabla 1: Criterios Passivhaus**

			Criterios <sup>1</sup>			Criterios alternativos <sup>2</sup>
<b>Calefacción</b>						
Demanda de calefacción	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	≤	15			-
Carga de calefacción <sup>3</sup>	[W/m <sup>2</sup> ]	≤	-			10
<b>Refrigeración</b>						
Demanda refrigeración + deshumidificación	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	≤	15 + Asignación variable <sup>4</sup>			
<b>Hermeticidad</b>						
Resultado del ensayo de presurización n <sub>50</sub>	[1/h]	≤	0,6			
<b>Energía Primaria Renovable (PER)<sup>5</sup></b>						
			Classic	Plus	Premium	
Demanda PER <sup>6</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	≤	60	45	30	±15 kWh/(m <sup>2</sup> a) desviación respecto a los criterios... ...compensando la desviación mostrada arriba mediante diferentes montos de generación <sup>8</sup>
Generación de energía renovable <sup>7</sup> (con referencia a la huella proyectada del edificio)	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	≥	-	60	120	

<sup>1</sup> Los criterios y los criterios alternativos aplican en todos los climas del mundo. La superficie de referencia para todos los valores límite es la superficie de referencia energética (SRE) calculada según la última versión del manual del PHPP (excepciones: la generación de energía renovable con respecto a la huella proyectada del edificio y hermeticidad con referencia al volumen de aire neto).

<sup>2</sup> Dos criterios alternativos juntos (enmarcados con líneas dobles) pueden sustituir a los dos criterios a la izquierda (también enmarcados con una línea doble).

<sup>3</sup> La carga de calefacción en estado estacionario calculada en el PHPP. No se tienen en cuenta las cargas para calentar el espacio tras los períodos de reducción de la temperatura.

<sup>4</sup> Valor variable para la demanda de refrigeración + deshumidificación en función de los datos climáticos, la tasa de renovación de aire necesaria, y las cargas internas de calor y humedad (cálculo en el PHPP).

<sup>5</sup> La evidencia para los estándares Passivhaus Classic, EnerPHit Classic, y PHI Edificio de baja demanda energética puede seguir presentándose de manera alternativa demostrando el cumplimiento del requisito de la demanda de energía primaria no renovable (EP). El método de comprobación deseado se puede seleccionar en el PHPP en la hoja de cálculo "Comprobación". En el PHPP, el PHI ha especificado los valores límite de EP específicos para cada país, basados en los factores de energía primaria nacionales. Si no existen valores para un país en el PHPP vacío, entonces  $Q_p \leq 120$  kWh/(m<sup>2</sup>a) aplica (con un factor EP para el mix de electricidad: 2,6). El perfil 1 del factor de energía primaria debe utilizarse para la comprobación de EP en el PHPP (selección en la hoja de cálculo "PER").

<sup>6</sup> Se incluyen todos los usos de energía en el edificio (véase también la sección 2.5.10). El valor límite se aplica a los edificios residenciales, educativos y de oficinas/administrativos típicos. En caso de usos diferentes a éstos, si se produce

una demanda de electricidad muy elevada, el valor límite también puede superarse previa consulta con el Passivhaus Institut. Para ello es necesario demostrar un uso eficiente de la energía eléctrica para todos los aparatos y sistemas significativos, con la excepción de los aparatos existentes que ya eran propiedad del usuario antes de las medidas de construcción, si se puede demostrar que la rehabilitación o la sustitución para mejorar la eficiencia eléctrica no es rentable durante el ciclo de vida. En el caso de los edificios residenciales y de oficinas/administrativos con una alta densidad de ocupación, puede utilizarse alternativamente el criterio "específico del proyecto" calculado automáticamente en el PHPP (selección en la hoja de cálculo "Comprobación").

<sup>7</sup> También puede tenerse en cuenta la generación de energía renovable que no sea adyacente a, o esté instalada en el edificio (excepto para el uso de la biomasa, las plantas de producción de energía a partir de residuos, y la energía geotérmica): solo pueden incluirse sistemas nuevos (es decir, los que no empezaron a funcionar antes del inicio de la construcción del edificio) que pertenezcan al propietario del edificio o a los usuarios (a largo plazo) (primera adquisición).

<sup>8</sup> Si la demanda PER supera el criterio estándar, el valor límite de la demanda PER se incrementa tanto como sea necesario, pero no más de 15 kWh/(m<sup>2</sup>a). Un prerrequisito para ello es que la diferencia entre el valor límite PER estándar y la demanda PER calculada se compense en la misma medida mediante la generación adicional de energía renovable (por encima del valor límite estándar para la generación de energía renovable). Debido a las referencias a superficies diferentes (superficie de referencia energética/huella proyectada del edificio), el cálculo de la compensación se realiza en números absolutos, es decir, en kWh/a. Del mismo modo, una generación de energía renovable insuficiente puede compensarse en la misma medida mediante una reducción de la demanda PER, pero no más de 15 kWh/(m<sup>2</sup>a).

## 2.2 Estándar EnerPHit

Una rehabilitación bajo el estándar Passivhaus puede no ser rentable debido a diversas dificultades, pero una rehabilitación bajo el estándar EnerPHit utilizando componentes Passivhaus conlleva mejoras en el confort térmico, la durabilidad, la rentabilidad y la eficiencia energética.

Solo pueden certificarse según el estándar EnerPHit aquellos edificios cuya rehabilitación bajo el estándar Passivhaus (para edificios de nueva construcción) no fuese rentable o estructuralmente posible debido a las características del edificio existente o a la naturaleza del mismo. Por lo general, no se puede expedir un certificado EnerPHit para edificios que sean totalmente de nueva construcción.

En el caso de una rehabilitación EnerPHit, si más del 25 % de la superficie opaca del muro exterior está aislada por el interior, se utilizará **EnerPHit<sup>+</sup>** (con el superíndice "+") para ese edificio. Esto no aplica a las zonas climáticas cálida, calurosa o muy calurosa.

El estándar EnerPHit puede alcanzarse cumpliendo los criterios del **método por calidad de componentes** (Tabla 2) o, alternativamente, cumpliendo los criterios del **método por demanda energética** (Tabla 3). Solo es necesario cumplir los criterios de uno de estos métodos. La zona climática que se utilizará para la ubicación del edificio se determinará automáticamente en el PHPP con base en el conjunto de datos climáticos seleccionados.

Los criterios mencionados en la Tabla 2 se corresponden, en general, con los criterios de desempeño térmico de los componentes certificados Passivhaus<sup>1</sup>. Los criterios deben cumplirse para todo el edificio al menos como valor promedio<sup>2</sup>. Es posible exceder dichos valores en algunas áreas, siempre y cuando esto se compense con una mejor protección térmica en otras.

Además de los criterios de la Tabla 2 o la Tabla 3, el edificio EnerPHit debe cumplir siempre los **criterios generales** de la Tabla 4. El edificio puede alcanzar las clases EnerPHit Classic, Plus o Premium dependiendo de la demanda de energía primaria renovable (PER) y de la generación de energía renovable.

Las **rehabilitaciones parciales** pueden ser pre-certificadas si se ejecutan en el marco de un Plan de Rehabilitación EnerPHit (véase la sección 3.3)


---

<sup>1</sup> Los criterios y fichas técnicas de los componentes certificados Passivhaus están disponibles en [www.passivehouse.com](http://www.passivehouse.com).

<sup>2</sup> Nota: al calcular los valores-U promedio de los componentes con aislamiento, se aplica el promedio del valor-U ponderado por superficie, y no el valor-U calculado con el espesor medio del aislamiento térmico. Los puentes térmicos deben incluirse en el cálculo del valor-U promedio solo si forman parte de la estructura estándar del elemento constructivo (por ejemplo, los montantes de una muro). En el caso de sistemas de ventilación múltiples, se utilizan los valores medios ponderados por el caudal.

## 2.2.1 Criterios EnerPHit para el método por calidad de los componentes del edificio

Tabla 2: Criterios EnerPHit para componentes

Zona climática de acuerdo al PHPP	Envoltante opaca <sup>1</sup> en contacto con...				Ventanas (incluyendo puertas exteriores)				Ventilación			
	...el terreno	...el aire exterior			En conjunto <sup>4</sup>			Acristalamiento <sup>5</sup>			Carga solar <sup>6</sup>	
	Aislamiento	Aislam. exterior	Aislam. interior <sup>2</sup>	Pintura ext. <sup>3</sup>	Coeficiente de transmitancia térmica máximo ( $U_{D/W, instalada}$ )			Coeficiente de ganancias solares (valor g)	Carga solar específica máxima durante el periodo de refrigeración	Valor efectivo mín. de recup. de calor <sup>7</sup>	Eficiencia mín. de recup. de humedad <sup>8</sup>	
	Coeficiente de transmitancia térmica máximo (valor-U)			Acabado reflectivo								
	[W/(m <sup>2</sup> K)]				-	[W/(m <sup>2</sup> K)]			-	[kWh/m <sup>2</sup> a]	%	
												
Polar	Determinado en el PHPP para cada proyecto en base a los grados día hacia el terreno específicos para calefacción y refrigeración.	0,09	0,25	-	0,45	0,50	0,60	$U_g - g * 0,7 \leq 0$	100	80%	-	
Fría		0,12	0,30	-	0,65	0,70	0,80	$U_g - g * 1,0 \leq 0$		80%	-	
Fría - templada		0,15	0,35	-	0,85	1,00	1,10	$U_g - g * 1,6 \leq 0$		75%	-	
Cálida - templada		0,30	0,50	-	1,05	1,10	1,20	$U_g - g * 3,2 \leq -0,6$		75%	-	
Cálida		0,50	0,75	-	1,25	1,30	1,40	-		-	-	
Calurosa		0,50	0,75	Sí	1,25	1,30	1,40	-		-	-	60 % (clima húmedo)
Muy calurosa		0,25	0,45	Sí	1,05	1,10	1,20	-		-	-	60 % (clima húmedo)

### <sup>1</sup> Envoltante opaca del edificio

Si se tiene en cuenta la resistencia a la transferencia de calor (valor-R) de las capas de un elemento constructivo antes de la rehabilitación para la mejora de los coeficientes de transmitancia térmica (valor-U) de los componentes rehabilitados, es necesario demostrar el valor-R según los reglamentos técnicos aceptados o introducir un valor conservador de las tablas de referencia aceptadas. Si se desconoce la naturaleza exacta de esos materiales, estimar con base a catálogos de elementos constructivos comparables y con una antigüedad similar.

En el caso de los componentes para los que se utiliza un factor de reducción de la temperatura definido por el usuario en la hoja de cálculo "Superficies" del PHPP, el requisito de valor-U se divide por el factor. En las zonas climáticas calurosa y muy calurosa, se utiliza para ello el factor de la demanda de refrigeración; para todas las demás zonas se utiliza el factor de la demanda de energía de calefacción. En el caso de los factores negativos, no aplica el requisito para el componente respectivo. El requisito correcto respectivo se calculará automáticamente en el PHPP.

A diferencia de los edificios Passivhaus de nueva construcción, no siempre es posible eliminar los puentes térmicos con un coste razonable. Sin embargo, hay que minimizar los puentes térmicos en la medida en que sea posible en función de la rentabilidad a largo plazo. Los puentes térmicos en el sistema constructivo, por ejemplo, anclajes en muros, deben incluirse en el coeficiente de transmitancia térmica del elemento constructivo.

## **2 Aislamiento interior**

Estos requisitos aplican únicamente a los muros exteriores con aislamiento interior. Para las cubiertas, soleras / losas de piso y techos de sótano con aislamiento interior aplican los requisitos del aislamiento exterior.

## **3 Pintura exterior**

Los acabados reflectivos tienen un bajo coeficiente de absorción de la porción infrarroja del espectro solar.

Este criterio se define por el índice de reflexión solar (SRI, por sus siglas en inglés) que se calcula en el PHPP a partir de la absorptividad y la emisividad según la norma internacional ASTM E1980-11.

Cubiertas planas (inclinación  $\leq 10^\circ$ ): SRI  $\geq 90$

Cubiertas y muros inclinados (inclinación  $> 10^\circ$  y  $< 120^\circ$ ): SRI  $\geq 50$

Utilizar los valores medidos en superficies expuestas a la intemperie durante al menos 3 años. Si solo se dispone de valores medidos en superficies nuevas, la absorptividad debe convertirse mediante el cálculo auxiliar en la hoja "Superficies" del PHPP. Para simplificar, la emisividad puede mantenerse tal cual.

Este criterio no aplica para:

áreas "verdes"; áreas cubiertas con colectores solares o paneles fotovoltaicos (incluyendo las áreas requeridas entre los paneles) ventilados por la parte posterior; penetraciones en los componentes y el equipo asociado; terrazas o caminos accesibles (en cubiertas); superficies fuertemente sombreadas o que no están orientadas al sol.

Se permiten medidas alternativas (por ejemplo, aumentar el espesor del aislamiento más allá del criterio aplicable) siempre que la demanda de refrigeración no sea mayor que la del edificio con acabados reflectivos.

## **4 Ventanas, en general**

Los pequeños gráficos de la tabla muestran la inclinación de la ventana instalada. Aplicar el criterio que más se aproxime a la inclinación de la ventana; no interpolar los criterios. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, dado que el valor-U del acristalamiento varía con la inclinación debido a procesos físicos, debe introducirse en el PHPP el valor-U del acristalamiento  $U_g$  que corresponde a la inclinación real.

En el caso de ventanas pequeñas (ventanas por encima de un ratio medio entre la longitud del marco y la superficie de la ventana de  $3 \text{ m/m}^2$ ), el límite se incrementa gradualmente. El PHPP calcula automáticamente el límite y lo muestra en la hoja "Comprobación" según la siguiente fórmula:

Adición al valor límite  $[W/m^2K]$ :  $(l/A-3)/20$

l: longitud del marco de la ventana

A: superficie de la ventana

## **5 Acristalamiento**

El valor límite aplica únicamente a los edificios con una demanda de calefacción superior a  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  y con calefacción activa.

## **6 Carga solar**

El valor límite aplica únicamente a los edificios con una demanda de refrigeración sensible superior a  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  y con refrigeración activa. Se refiere a la radiación solar que entra en el edificio por  $\text{m}^2$  de superficie de acristalamiento después de tener en cuenta todos los factores de reducción debidos al sombreadamiento, etc., y debe cumplirse como valor promedio de todas las ventanas orientadas hacia una misma dirección cardinal, así como el promedio de todos los acristalamientos horizontales.

## **7 Ventilación, eficiencia mínima de recuperación de calor**

El valor límite aplica a todo el sistema de ventilación en su conjunto (no simplemente a la unidad de ventilación como en la certificación de componentes PH), es decir, incluyendo las pérdidas de calor en los conductos de ventilación entre la envolvente térmica y la unidad de ventilación.

## **8 Eficiencia mínima de recuperación de humedad**

Se clasifica como "clima húmedo" si las horas de grados secos para deshumidificación son  $\geq 15 \text{ kKh}$  (con base en una temperatura del punto de rocío de  $17^\circ\text{C}$ ). Esto se determina automáticamente en el PHPP.

## 2.2.2 Criterios EnerPHit para el método de demanda energética

Tabla 3: Criterios de demanda energética EnerPHit (como alternativa a la Tabla 2)

Zona climática de acuerdo al PHPP	Calefacción	Refrigeración
	Demanda máxima de calefacción	Demanda máxima de refrigeración + deshumidificación
	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Polar	35	Igual al requisito de refrigeración para Passivhaus <sup>1</sup>
Fría	30	
Fría - templada	25	
Cálida - templada	20	
Cálida	15	
Calurosa	15	
Muy calurosa	15	

<sup>1</sup> Desviándose del requisito para Passivhaus, para el cálculo del valor límite de la demanda de refrigeración y deshumidificación específico para el edificio, se asume que la hermeticidad es  $n_{50} = 1,0$  1/h (en lugar de 0,6 1/h).

## 2.2.3 Criterios generales EnerPHit (para ambos métodos)

Tabla 4: criterios generales EnerPHit (siempre aplicables independientemente del método elegido)

			Criterios <sup>1</sup>			Criterios alternativos <sup>2</sup>
<b>Hermeticidad</b>						
Resultado ensayo de presurización n <sub>50</sub>	[1/h]	≤	1,0			
<b>Energía primaria renovable (PER)<sup>3</sup></b>						
			Classic	Plus	Premium	
Demanda PER <sup>4</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	≤	60      45      30 + asignación debido a una mayor demanda de calefacción/refrigeración (en comparación con Passivhaus)			±15 kWh/(m <sup>2</sup> a) desviación respecto a los criterios...
Generación de energía renovable <sup>5</sup> (con referencia a la huella proyectada del edificio)	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	≥	-	60	120	...compensando la desviación mostrada arriba mediante diferentes montos de generación <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Véase la nota al pie 1 de los criterios Passivhaus en la página 9.

<sup>2</sup> Véase la nota al pie 2 de los criterios Passivhaus en la página 9.

<sup>3</sup> Como alternativa, la evidencia del cumplimiento del estándar EnerPHit Classic puede seguir presentándose con el cumplimiento del requisito de la demanda de energía primaria no renovable (EP). Éste se calculará automáticamente en el PHPP con la siguiente fórmula:

$$Q_P \leq Q_{P, \text{Criterio Passivhaus}} + (Q_H - 15 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}) \cdot 1,2 + Q_C - Q_{C, \text{Criterio Passivhaus}}$$

En la fórmula mencionada anteriormente, si los términos " $(Q_H - 15 \text{ kWh/(m}^2\text{a)})$ " y " $Q - Q_{C, \text{Criterio Passivhaus}}$ " son menores que cero, se usa cero.

El método de comprobación deseado puede seleccionarse en la hoja de cálculo "Comprobación" del PHPP. El perfil 1 del factor de energía primaria en el PHPP debe utilizarse para la comprobación de EP (selección en la hoja de cálculo "PER").

<sup>4</sup> Véase la nota al pie 5 de los criterios Passivhaus en la página 9.

Cálculo de la asignación (se calcula automáticamente en el PHPP):

$$\text{Classic: } (Q_H - Q_{H,PH}) \cdot f_{\text{PER,H}} + (Q_C - Q_{C,PH}) \cdot \frac{1}{2}$$

$$\text{Plus y Premium: } (Q_H - Q_{H,PH}) + (Q_C - Q_{C,PH}) \cdot \frac{1}{2}$$

Q<sub>H</sub>: demanda de calefacción

Q<sub>H,PH</sub>: criterio Passivhaus para la demanda de calefacción

f<sub>PER,H</sub>: media ponderada de los factores PER del sistema de calefacción del edificio

Q<sub>C</sub>: demanda de refrigeración (incluyendo deshumidificación)

Q<sub>C,PH</sub>: criterio Passivhaus para la demanda de refrigeración

Si los términos " $(Q_H - Q_{H,PH})$ " y " $(Q_C - Q_{C,PH})$ " son menores que cero, se usa cero.

<sup>5</sup> Véase la nota al pie 7 de los criterios Passivhaus en la página 9.

<sup>6</sup> Véase la nota al pie 8 de los criterios Passivhaus en la página 9.

## 2.2.4 Excepciones para EnerPHit

En caso necesario, los límites del coeficiente de transmitancia térmica para la envolvente exterior indicados en la Tabla 2 pueden rebasarse por una o varias de las siguientes razones:

- Requisitos legales.
- Si es requerido por las autoridades de conservación de edificios históricos.
- Si una medida necesaria no sería rentable debido a circunstancias excepcionales o a requisitos adicionales (véase la sección 3.2.13).
- El nivel de aislamiento requerido restringe de forma inaceptable el uso del edificio o de la zona que le rodea.
- No existen componentes que cumplan tanto con los criterios EnerPHit como con requisitos adicionales especiales (por ejemplo, protección contra incendios).
- El coeficiente de transmitancia térmica de las ventanas ( $U_{W, instalada}$ ) aumenta debido a un elevado coeficiente de pérdidas por puente térmico (valor  $\psi$ ) cuando las ventanas no se instalan en la capa de aislamiento en un muro que tiene aislamiento interior.
- En el caso del aislamiento interior, si se requiere un menor espesor del aislamiento para evitar daños por acumulación de humedad.
- Por otras razones de peso relacionadas con la construcción.

Si alguna de estas razones restringe el espesor del aislamiento, debe instalarse el grosor de aislamiento que aún sea posible utilizando un aislamiento de **baja conductividad**  $\lambda \leq 0,025 \text{ W/(mK)}$  que sea rentable y, en el caso del aislamiento interior, que no cause acumulación de humedad. Si es el caso de soleras / losas de piso o techos de sótanos, debe instalarse adicionalmente **aislamiento perimetral**, si es rentable.

La certificación puede ser denegada en caso de un uso excesivo de las excepciones (véase la sección 3.1.6). Por lo tanto, se recomienda una coordinación temprana con el Certificador.



## 2.3 Estándar PHI Edificio de baja demanda energética

Los edificios que no cumplen con uno o más de los criterios Passivhaus o EnerPHit pueden cumplir con el estándar PHI Edificio de baja demanda energética.

**Tabla 5: criterios PHI Edificio de baja demanda energética**

			Criterios <sup>1</sup>	Criterios alternativos <sup>2</sup>
<b>Calefacción</b>				
Demanda de calefacción	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	≤	30	
<b>Refrigeración</b>				
Demanda refrigeración + deshumidificación	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	≤	Requisito Passivhaus <sup>3</sup> + 15	
<b>Hermeticidad</b>				
Resultado ensayo de presurización n <sub>50</sub>	[1/h]	≤	1,0	
<b>Energía primaria renovable (PER)<sup>4</sup></b>				
Demanda PER <sup>5</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	≤	75	Se permite sobrepasar el criterio hasta +15 kWh/(m <sup>2</sup> a) ... ...compensando la desviación mostrada arriba mediante diferentes montos de generación <sup>7</sup>
Generación de energía renovable <sup>6</sup> (con referencia a la huella proyectada del edificio)	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]	≥	-	

<sup>1</sup> Véase la nota al pie 1 de los criterios Passivhaus en la página 9.

<sup>2</sup> Véase la nota al pie 2 de los criterios Passivhaus en la página 9.

<sup>3</sup> Véase la nota al pie 1 de los criterios de demanda de energía para EnerPHit en la página 14.

<sup>4</sup> Véase la nota al pie 5 de los criterios Passivhaus en la página 9.

<sup>5</sup> Véase la nota al pie 6 de los criterios Passivhaus en la página 9.

<sup>6</sup> Véase la nota al pie 7 de los criterios Passivhaus en la página 9.

<sup>7</sup> Véase la nota al pie 8 de los criterios Passivhaus en la página 9.

## 2.4 Criterios generales mínimos para todos los estándares

Además de por su alta eficiencia energética, los edificios que cumplen con los estándares Passivhaus y EnerPHit proporcionan condiciones óptimas de confort térmico, satisfacción de sus usuarios y bajo riesgo de daños por acumulación de humedad. Para garantizar esto, los edificios Passivhaus y EnerPHit deben cumplir también los criterios mínimos que se establecen a continuación. A excepción del confort térmico, estos requisitos aplican también para PHI Edificio de baja demanda energética.

### 2.4.1 Frecuencia de sobrecalentamiento

Porcentaje de horas en un año natural con una temperatura interior por encima de los 25 °C.

- Edificios sin refrigeración activa:  $\leq 10 \%$ .
- Edificios con refrigeración activa: el sistema de refrigeración debe dimensionarse adecuadamente.

### 2.4.2 Frecuencia excesivamente alta de humedad

Porcentaje de horas en un año natural con una humedad absoluta del aire interior por encima de 12 g/kg.

- Sin refrigeración activa:  $\leq 20 \%$ .
- Con refrigeración activa:  $\leq 10 \%$ .

### 2.4.3 Ventilación

- **Ventilar todas las estancias**

Todas las estancias de la envolvente térmica del edificio deben estar ventiladas directa o indirectamente (aire transferido) con un caudal de aire suficiente. También aplica a las estancias ocupadas con poca frecuencia por personas, siempre que la ventilación mecánica de estas estancias no suponga una inversión desproporcionadamente alta. Las zonas de acceso (escaleras, pasillos, etc., excepto si se utilizan raramente, por ejemplo, para mantenimiento o únicamente como salidas de emergencia, véase también la sección 2.5.7) deben estar ventiladas sin excepción. En caso de que se utilicen exclusivamente como acceso, se podrá prescindir de la ventilación mecánica si la ventilación por ventanas es posible.

- **Controlable**

El caudal de ventilación debe poder ajustarse a la demanda real. En los edificios de viviendas, el usuario debe poder ajustar el caudal de aire de forma individual y permanente (no solo para un aumento temporal) para cada unidad de alojamiento (se recomiendan tres configuraciones: caudal estándar / caudal estándar +30 % / caudal estándar -30 %).

- **Evitar una humedad relativa del aire interior excesivamente baja**

Si el PHPP (hoja de cálculo "Ventilación") prevé una humedad relativa del aire interior inferior al 30 % durante al menos un mes, deberán adoptarse medidas compensatorias efectivas (por ejemplo, recuperación de la humedad, humidificadores de aire, control automático (por zonas) basado en la demanda, extensión de la ventilación en cascada). Como alternativa, se acepta prescindir provisionalmente de medidas compensatorias bajo las siguientes condiciones: mediciones periódicas durante el funcionamiento y un concepto aproximado de las medidas subsecuentes que aumentarían la humedad relativa en caso necesario (véase la sección 3.2.14).

- **Nivel de ruido**

El sistema de ventilación no debe generar ruido en las estancias con ocupación prolongada cuando opere en el caudal estándar. Los siguientes son valores orientativos para el nivel de ruido:

- $\leq 25$  dB(A): estancias con impulsión de aire en edificios residenciales, así como dormitorios y espacios de descanso en edificios no residenciales.
- $\leq 30$  dB(A): estancias en edificios no residenciales (excepto dormitorios y espacios de descanso) y estancias con extracción de aire en edificios residenciales.

- **Corrientes de aire**

El sistema de ventilación no debe provocar corrientes de aire desagradables. Se considera que se cumple este requisito bajo las siguientes condiciones:

- Estancias con impulsión de aire con una tasa de renovación menor a dos en funcionamiento normal: el aire de impulsión no es suministrado directamente en la zona ocupada por personas (en su lugar por ejemplo, a lo largo del techo o pared).
- Estancias con impulsión de aire con una tasa de renovación de al menos dos en funcionamiento normal (por ejemplo, aulas, salas de reuniones): presentar una descripción plausible de cómo se evitarán las corrientes de aire.

#### 2.4.4 Protección térmica mínima

En la mayoría de los casos, el nivel mínimo de protección térmica es alcanzado con el cumplimiento de los criterios más estrictos mencionados en las secciones anteriores. Por lo tanto, los límites descritos a continuación solo aplican a casos excepcionales.

Los criterios para el nivel mínimo de protección térmica aplican para todos los estándares (excepción: los criterios de confort térmico no aplican a los PHI Edificios de baja demanda energética). Aplican incluso cuando hay excepciones para EnerPHit. Aplican para cada componente del edificio individualmente (muros, ventanas, conexiones entre elementos). No se permite promediar varios componentes diferentes del edificio para demostrar su cumplimiento.

##### Confort térmico

Las **temperaturas superficiales interiores** de las secciones estándar de muros y cubiertas no pueden estar más de 4,2 K por debajo de la temperatura interior operativa. En el caso de las ventanas, este requisito debe cumplirse para la temperatura de radiación en un punto céntrico situado a 0,5 m frente a la ventana. Esto tiene como resultado requisitos menos estrictos para ventanas más pequeñas. La temperatura superficial en el piso no debe estar por debajo de los 19 °C (también aplica para acristalamientos transitables). Los requisitos se comprobarán en el PHPP para una temperatura interior de 22 °C y una temperatura exterior mínima tomada del conjunto de datos climáticos para la ubicación del edificio. Para los elementos constructivos en contacto con el sótano o el terreno, el requisito para el valor-U se dividirá entre el factor de reducción  $f_T$  ("factor reducción temperatura del terreno" en la hoja de cálculo "Terreno" del PHPP).

Desde la **zona climática cálida hasta la muy calurosa**, los valores-U de los componentes de cubiertas no pueden ser mayores a los requisitos para componentes EnerPHit para ventanas con la misma inclinación.

Las siguientes excepciones aplican a los requisitos de confort térmico:

- Los requisitos no aplican a superficies que no son adyacentes a **las estancias de ocupación prolongada**.
- En el caso de las ventanas y puertas, es admisible **exceder el valor límite** si las bajas temperaturas que se producen al interior se compensan por medio del aporte de calor debajo la ventana o directamente junto a ella, o mediante el calentamiento del aire dirigido a la ventana (véase 4.1.4), o si, por otros motivos, no se tienen reservas respecto al confort térmico.
- Los requisitos para los valores-U de las **cubiertas** no aplican desde la zona climática cálida y hasta la muy calurosa, si el elemento constructivo está fuertemente sombreado en el exterior.
- Alternativamente, se considerará que se cumplen los criterios de confort térmico si existe evidencia de las condiciones de confort según la norma DIN EN ISO 7730.

## Protección contra la humedad

- **Acumulación de humedad en el interior de los componentes**

- Todas las secciones estándar y los detalles de conexión deben planificarse y llevarse a cabo de manera que se pueda descartar una acumulación excesiva de humedad en el componente con el uso previsto del edificio.

- **Temperatura superficial interior**

- En el PHPP se determina un valor límite específico para el **factor de temperatura mínimo**  $f_{Rsi} = 0,25 \text{ m}^2\text{KW}$  (hoja de cálculo "Comprobación", sección "Protección térmica mínima") con base en el clima y el edificio. El factor de temperatura no debe ser inferior al límite en ninguna sección transversal o detalle de conexión. El mismo factor de temperatura mínimo aplica para los componentes en contacto con el terreno o sótano. Por este motivo, debe utilizarse como referencia la temperatura del aire exterior (no la del terreno) para el  $f_{Rsi}$  para el cálculo del puente térmico también para los componentes en contacto con el terreno.
- Excepción: para ciertos **perfiles de umbral de las puertas exteriores** (por ejemplo, puertas de entrada) se aplica un valor límite diferente para el factor de temperatura mínimo  $f_{Rsi}=0,25 \text{ m}^2\text{KW}$ . Esto se indica en el PHPP (sin embargo, el valor límite normal aplica para las puertas (puertas acristaladas) con perfiles inferiores de marco normales similares a los de las ventanas con parapeto).

### 2.4.5 Satisfacción de los ocupantes

Excepciones a los requisitos indicados a continuación son posibles en casos justificados, siempre que no haya una alta probabilidad de que la satisfacción de los ocupantes se vea afectada.

- Todas las estancias con ocupación prolongada deben tener al menos una **ventana que se pueda abrir**.
- El usuario debe **poder manejar** los elementos de iluminación y sombreado temporal. Se debe dar prioridad a los controles operados por el usuario sobre cualquier regulación automática.
- En el caso de los edificios con sistemas de calefacción y/o refrigeración activa, los usuarios deben poder controlar dichos sistemas para **regular la temperatura interior** en cada unidad de uso por separado.
- El sistema de calefacción o aire acondicionado debe ser **capaz de garantizar las temperaturas especificadas** en condiciones de diseño para la calefacción o la refrigeración.

## 2.5 Condiciones de contorno para el cálculo con PHPP

A continuación se describen las condiciones que deben utilizarse para verificar los criterios con el PHPP.

### En caso de diferencias esperadas entre las condiciones estándar y de funcionamiento:

En casos particulares, los valores reales de funcionamiento pueden desviarse de las condiciones estándar. Por ejemplo, la tasa de ocupación (2.5.4), la demanda de electricidad (2.5.11), o la demanda de agua caliente sanitaria (2.5.8) pueden ser diferentes.

Si se espera una desviación significativa (por ejemplo, con base en el comportamiento típico de los usuarios en un país dado o en los valores medidos en edificios comparables), deberá calcularse una segunda **variante en el PHPP** (hoja de cálculo "Variantes") con las condiciones que difieran. En caso de duda, el Certificador decidirá si debe calcularse una variante. Basándose en la información disponible se deben determinar a criterio propio, valores para las condiciones de la variante que sean lo más verosímiles posible. La variante **no tiene que cumplir con los criterios**.

El **propietario del edificio** debe ser **informado por escrito** (con la mayor antelación posible) cuando la variante muestre una demanda de energía, una frecuencia de sobrecalentamiento, o una frecuencia de humedad excesiva que sean mayores a las calculadas con las condiciones estándar. Si la frecuencia de sobrecalentamiento o la frecuencia de humedad excesiva superan los valores límite, esta notificación por escrito debe incluir la advertencia expresa de que, sin ningún tipo de medidas compensatorias, no se puede garantizar el confort en verano ni la protección contra la humedad.

### 2.5.1 Zonificación<sup>3</sup>

- Para el cálculo de los valores específicos de un edificio debe tenerse en cuenta **toda la envolvente cerrada del edificio (es decir, aislada y hermética)**, que incluye todas las estancias permanentemente calefactadas o refrigeradas, por ejemplo, una hilera de casas adosadas, un bloque de apartamentos, o un edificio de oficinas con varias unidades. Por lo general, el usuario de PHPP puede realizar un único cálculo en el PHPP para toda la superficie de referencia energética (SRE) del edificio. Si todas las zonas tienen la misma temperatura de diseño, también se pueden utilizar PHPP individuales de varias subzonas, utilizando para verificar el cumplimiento de los criterios los valores medios de los cálculos, ponderados por la SRE.
- Un edificio no puede ser dividido en **zonas a ser certificadas con diferentes estándares energéticos para edificios**.
- No se permite la **agrupación de edificios que estén térmicamente separados**. Excepción: la separación térmica entre dos zonas acondicionadas, por ejemplo, debido a diferentes temperaturas de diseño. Los edificios adyacentes a otros edificios (por ejemplo, urbanizaciones de bloques perimetrales continuos, casas adosadas, extensiones de edificios existentes, edificios conectados únicamente a través de pasillos de conexión acondicionados) deben incluir al menos un muro exterior, una cubierta, y una solera / losa de piso en contacto con el terreno y/o el techo de un sótano para poder certificarse por separado.

<sup>3</sup> En esta sección, el término "edificio" se refiere a una estructura o partes de una construcción que se construyen dentro de un período de tiempo limitado por el mismo propietario.

- No está **permitido excluir partes individuales** de un edificio (por ejemplo, una o varias plantas, o partes de una planta) del balance energético (las excepciones se describen en las disposiciones adicionales mencionadas en el párrafo siguiente).
- Las **disposiciones adicionales** para la certificación de viviendas adosadas o pareadas (véase 4.1.2) y para los edificios de viviendas y oficinas con un uso no estándar en las plantas bajas (véase 4.1.3) se encuentran en el Anexo.

### 2.5.2 Ganancias internas de calor (GIC)

- El PHPP contiene **valores estándar** para las ganancias internas de calor para una serie de tipos de uso del edificio. Normalmente se deben utilizar estos valores. Desviándose de esta regla, deben utilizarse los valores calculados en el PHPP en verano o en el periodo de refrigeración si éstos superan el valor estándar elegido.
- El uso de las ganancias internas de calor **calculadas individualmente** en el PHPP solo se permite si se puede demostrar que el uso real diferirá considerablemente del uso en el que se basan los valores estándar.

### 2.5.3 Fuentes internas de humedad

Valor medio de todo el año (incluidos los periodos en los que el edificio no está en uso):

- **Edificios residenciales:** 100 g/(persona\*h)
- **Edificios no residenciales** sin fuentes de humedad significativas más allá de la humedad emitida por las personas (por ejemplo, edificios de oficinas, educativos, etc.): 10 g/(persona\*h)
- **Edificios no residenciales** con fuentes de humedad significativas más allá de la humedad emitida por las personas: estimación verosímil y fundamentada, basada en el uso previsto.

### 2.5.4 Tasa de ocupación

- **Edificios residenciales:** debe utilizarse la densidad de ocupación estándar en el PHPP. Excepción: si la tasa de ocupación se conoce con exactitud debido a un uso específico del edificio (por ejemplo, una residencia de estudiantes), debe utilizarse la tasa de ocupación real (por ejemplo, el número de camas multiplicado por un factor de reducción por ocupación parcial).
- **Edificios no residenciales:** la tasa de ocupación y los periodos de ocupación deben determinarse en función del proyecto y coordinarse con el perfil de uso.

### 2.5.5 Condiciones interiores de diseño

#### • Calefacción

Edificios residenciales: 20 °C sin reducción nocturna

Edificios no residenciales: 20 °C para usos típicos de los edificios en los sectores de la administración, la educación, el comercio minorista, los servicios, la gastronomía y el ocio. Usar 18 °C para gimnasios. Para otros usos, la temperatura interior se determinará en función del proyecto. En caso de funcionamiento intermitente de la calefacción (reducción nocturna), puede disminuirse la temperatura interior de diseño previa verificación (método según el manual del usuario del PHPP).

- **Refrigeración y deshumidificación:** 25 °C y 12 g/kg de humedad absoluta del aire interior.

### 2.5.6 Datos climáticos

Se utilizarán los **conjuntos de datos climáticos aprobados por el PHI** (con un número de identificación de siete dígitos). El conjunto de datos seleccionado debe ser representativo para el clima donde el edificio esté ubicado. Si no hay un conjunto de datos climáticos disponible para la ubicación, se puede solicitar un nuevo conjunto de datos a un Certificador acreditado por el PHI.

### 2.5.7 Caudal promedio de ventilación

- **Edificios residenciales:** al menos 20 m<sup>3</sup>/h por persona en la vivienda y una tasa de renovación de aire de al menos 0,30 veces con referencia a la superficie de referencia energética (SRE) multiplicada por 2,5 m de altura libre.
- **Edificios no residenciales:** el caudal de aire promedio para la ventilación debe determinarse para el proyecto específico basándose en una demanda de aire fresco de:
  - al menos 20 m<sup>3</sup>/h por adulto
  - al menos 17 m<sup>3</sup>/h por niño de 12 a 18 años
  - al menos 15 m<sup>3</sup>/h por niño de hasta 12 añosDeben tenerse en cuenta las diferentes configuraciones y tiempos de funcionamiento del sistema de ventilación. Los tiempos de funcionamiento para la pre-ventilación y la post-ventilación deben tenerse en cuenta para el apagado del sistema de ventilación.
- Los flujos de masa de aire utilizados en el PHPP deben corresponder a los **caudales reales del equilibrado** para la configuración estándar, tanto en el caso de los edificios residenciales como en el de los no residenciales.
- En las **zonas de circulación** situadas fuera de las unidades residenciales/de uso utilizadas únicamente para el acceso (escaleras, pasillos, etc.), debe utilizarse al menos una tasa de renovación de aire de 0,1 veces (también para ventilación por ventanas, con una eficiencia de recuperación de calor del 0% en ese caso).

### 2.5.8 Demanda de agua caliente sanitaria (ACS)

- **Edificios residenciales:** 25 litros de agua a una temperatura de 60 °C por persona y día, a menos que el Passivhaus Institut haya especificado otros valores nacionales.
- **Edificios no residenciales:** en el PHPP, la demanda de agua caliente debe determinarse en función del proyecto. En el caso de los edificios de oficinas/administrativos, pueden asumirse 3 litros de agua caliente a 60 °C por persona y día sin necesidad de más comprobaciones (para instalaciones típicas, por ejemplo, cocina pequeña, lavabo de mano, pero no duchas).

### 2.5.9 Calidad del aislamiento de piezas de conexión, abrazaderas, etc.

Se utiliza la opción "1 - Ninguna" para las tuberías de calefacción y ACS en la hoja de cálculo del PHPP "Distribución+ACS".

Alternativamente, se puede seleccionar una mejor calidad de aislamiento sujeto a evidencia y de acuerdo con la explicación en el manual del usuario de PHPP.

### 2.5.10 Límites para el balance de usos de energía eléctrica y no eléctrica

Todos los usos de la energía que se encuentran dentro de la envolvente térmica del edificio se tienen en cuenta en el balance energético. Los usos de la energía que se encuentran fuera de la envolvente térmica, del edificio o del recinto, generalmente no se tienen en cuenta. No obstante, se tienen en cuenta los siguientes usos de la energía aunque estén fuera de la envolvente térmica:

- Energía y **electricidad auxiliar** para proporcionar y distribuir la calefacción, el agua caliente sanitaria y la refrigeración, así como la ventilación de cualquier zona dentro de la envolvente térmica.
- **Bombas y calefacción del trazado de tuberías**, siempre que el medio (normalmente agua) se transporte en su mayor parte dentro de la envolvente térmica (por ejemplo, bombas de refuerzo de la presión del agua, sistemas de rociadores).

- **Ascensores y escaleras mecánicas** que estén situados en el exterior, siempre que salven la diferencia de altura originada por el edificio y se utilicen para acceder al mismo.
- **Ordenadores y tecnología de la comunicación** (servidor, incluido el SAI, sistema telefónico, etc.), incluido el acondicionamiento de las estancias necesario para éstas, siempre que sean utilizados por los ocupantes del edificio.
- **Electrodomésticos** como lavadoras, secadoras, frigoríficos, y congeladores si son utilizados por los ocupantes del edificio.

### 2.5.11 Demanda de electricidad por electrodomésticos e iluminación (edificios residenciales)

**Comprobación estándar:** uso de todos los valores estándar en la hoja de cálculo "Electricidad" que se encuentran en el PHPP vacío (independientemente de los aparatos reales, o también si todavía no hay información disponible sobre los aparatos).

**Alternativa:** evidencia adicional, solo si existe una planificación o un concepto de uso eficiente de la electricidad.

### 2.5.12 Factor de energía primaria para la calefacción urbana

Factor de uso de una **estación de transferencia de calefacción urbana:** si no se dispone de datos más exactos, pueden utilizarse los valores tabulados que figuran en el manual del usuario del PHPP.

- **Método PER**
  - En general, se puede utilizar la "**Calefacción urbana de referencia**" incluida en el PHPP.
  - El "**Cálculo detallado**" también es admisible si se dispone de toda la información necesaria.
- **Método EP**
  - Los factores EP **inferiores a 0,3** de los cálculos (PHPP) o certificados deben ser sustituidos por un factor de 0,3.
  - Si el sistema real se corresponde con uno de los **generadores de calor estándar** del PHPP, deberá utilizarse éste. Como alternativa, se puede utilizar el "cálculo detallado" en el PHPP, si se dispone de toda la información necesaria.
  - Si el generador de calor no está incluido en el PHPP, podrá utilizarse el factor EP de un **certificado** emitido por un tercero independiente.
  - Si **no** se dispone de **información** sobre la red de calefacción urbana, debe utilizarse un factor EP de 1,5.



## 3 Normativa técnica para la certificación de edificios

### 3.1 Procedimiento de comprobación

Los edificios que cumplen con los estándares Passivhaus y EnerPHit consiguen el confort durante todo el año con una mínima energía. Su eficiencia energética superior requiere un gran cuidado durante todas las fases de la creación del edificio: diseño, planificación y construcción.

El Certificador asiste al proyectista mediante un examen cuidadoso, independiente y externo; y ofrece al propietario del edificio la certeza de que se alcanzará el estándar energético acordado. Para evitar conflictos de intereses, el Certificador no puede llevar a cabo la planificación del proyecto Passivhaus (tener la función del diseñador Passivhaus) para el mismo edificio.

#### 3.1.1 Sellos

Cuando el Certificador haya establecido la exactitud técnica de las evidencias necesarias para el edificio evaluado de acuerdo con la sección 3.2 (o la sección 3.3 en el caso de la pre-certificación de una rehabilitación paso-a-paso), y si el edificio cumple los criterios de la sección 2, el Certificador emitirá el sello correspondiente:



**Sello Passivhaus (Casa Pasiva)**



**Sello EnerPHit**



**Sello EnerPHit+ (para edificios con aislamiento interior en su mayor parte)**



**Sello PHI Edificio de baja demanda energética**



**Sello de pre-certificación para las rehabilitaciones paso-a-paso**

Estos sellos solo pueden utilizarse en relación con el edificio certificado.

### 3.1.2 Validez

El certificado es válido para la construcción y el uso del edificio implementados, tal y como se documenta en el cuadernillo que acompaña al certificado. Los valores característicos energéticos del edificio pueden cambiar debido a grandes transformaciones, cambios de uso, o situaciones de sombreado diferentes que pueden producirse en el futuro, en cuyo caso el certificado perderá su validez.

### 3.1.3 Criterios

Los criterios y requisitos de certificación están siempre disponibles en la versión actual de este documento (en la página web <https://passivehouse.com/>). Éstos tienen prioridad sobre el método de cálculo en el software PHPP y el manual del usuario, que aplican de forma subordinada.

El PHI se reserva el derecho de adaptar los criterios y procedimientos de cálculo para reflejar avances técnicos.

### 3.1.4 Procedimiento

Se puede presentar una **solicitud** informal del certificado ante el Certificador elegido. Los documentos requeridos según la sección 3.2 deben presentarse en su totalidad al Certificador. Para obtener la certificación, los documentos deben revisarse al menos una vez. Dependiendo del procedimiento, también se pueden llevar a cabo revisiones adicionales.

Para obtener el mejor rendimiento del edificio y el mejor valor del proceso de certificación, se proporcionarán los documentos pertinentes al Certificador lo antes posible, para que puedan ser revisados durante la fase de planificación. De esta manera, el diseñador podrá realizar cualquier corrección o mejora antes de que comience la construcción. Si el diseñador o el constructor carecen de experiencia en la construcción de edificios Passivhaus, deben consultar con el Certificador al menos una vez antes de la planificación y de nuevo antes o al comienzo de la construcción.

**Después de la revisión**, el cliente recibirá los resultados y los cálculos corregidos, así como sugerencias de mejora cuando proceda. La inspección in situ durante la fase de obra no es objeto de la certificación. Pero el control de calidad de la ejecución de obra por parte del Certificador es particularmente útil si el director de obra no tiene experiencia previa en la construcción de edificios Passivhaus o rehabilitaciones EnerPHit.

### 3.1.5 Alcance de la revisión

La revisión del Certificador determina únicamente que la evidencia documental relacionada con los estándares de la sección 2 cumple los requisitos de la sección 3.2. No incluye la supervisión de la obra ni el monitoreo del usuario del edificio. Toda la responsabilidad de la planificación permanece en los proyectistas responsables, y la responsabilidad de la ejecución en la gerencia de obra.

Los documentos presentados para obtener la certificación pueden ser utilizados por el Passivhaus Institut de forma anónima para estudios científicos y estadísticas.

### 3.1.6 Retención del certificado por deficiencias graves en el edificio

Si se da alguno de los motivos que se mencionan a continuación, el Certificador puede negarse a emitir el certificado aunque se hayan cumplido formalmente todos los requisitos para alcanzar el estándar energético elegido:

- El Certificador tiene conocimiento de **defectos** graves relacionados con el edificio, en áreas fuera del ámbito de los criterios (por ejemplo, protección contra incendios o estabilidad estructural) que limitarían en gran medida el uso, la seguridad, o la satisfacción del usuario.
- El Certificador descubre que se han utilizado productos con una **durabilidad** inadecuada (por ejemplo, una cinta adhesiva inadecuada para el sellado hermético) en los componentes del edificio que son relevantes para el cumplimiento de los criterios. Debido a ello, es probable que el edificio incumpla antes de tiempo todos los criterios. Sin embargo, la certificación no incluye ningún examen sistemático en relación con la durabilidad.
- Si debido a circunstancias especiales no previstas durante la elaboración de los criterios, el edificio se desvía de manera evidente y en gran medida de los **objetivos principales** de los criterios mencionados en la introducción (sección 1.1), aunque formalmente se hayan cumplido los criterios.
- No se ha conseguido una reducción significativa de la demanda energética del edificio debido a un uso extensivo de las **excepciones en el método de los componentes EnerPHit**.

Si los motivos mencionados anteriormente no son rectificadas en un plazo razonable, el Certificador solo emitirá una confirmación de los valores energéticos alcanzados en lugar de un certificado.

### 3.1.7 Excepciones a los criterios / proyectos piloto

El PHI se reserva el derecho de permitir **excepciones** a los criterios en casos especiales si los objetivos principales mencionados en la sección 1.1 son igualmente alcanzados.

Además, los edificios en los que los estándares energéticos del PHI sean aplicados a nuevas zonas pueden certificarse como "**proyectos piloto**" si por este motivo los criterios no pueden cumplirse con un esfuerzo justificable. Por ejemplo, esto puede aplicarse al primer edificio certificado en un país con poca disponibilidad de componentes Passivhaus o a nuevos tipos de usos de edificios. Las desviaciones de los criterios y, en menor medida, de los objetivos principales mencionados en la sección 1.1, son aceptables para los proyectos piloto.

Para las excepciones de los criterios, la categorización como proyecto piloto y las desviaciones asociadas a los criterios, es necesaria una **confirmación por escrito** del PHI, que invariablemente se refiere exclusivamente al edificio mencionado y no es transferible a otros edificios

## 3.2 Documentos a presentar

Se aconseja el uso de componentes certificados por el PHI<sup>4</sup> ya que significa que todos los parámetros necesarios han sido probados de forma fiable, están disponibles y pueden utilizarse para la certificación del edificio sin necesidad de ninguna otra comprobación. El solicitante debe aportar evidencia factible de los valores de rendimiento de los componentes no certificados por el PHI.

---

<sup>4</sup> Las fichas técnicas de los componentes certificados pueden encontrarse en <https://database.passivehouse.com/en/components/>

### 3.2.1 Programa de Planificación Passivhaus (PHPP)

El cumplimiento de los criterios debe verificarse utilizando la **última versión del PHPP**. Sin embargo, no es necesario transferir los datos a una versión más reciente del PHPP publicada cuando el proyecto ya está en fase de planificación o construcción.

Debe calcularse y presentarse una segunda variante del PHPP en el caso de que se prevean **condiciones divergentes** (véase la sección 2.5).

**Simulaciones externas** no son admisibles para las hojas de cálculo "ACS-Solar", "IFV" y "Sombras" (excepción: factores de sombra determinados mediante designPH a partir de la versión 2).

Por favor, presente el cálculo del PHPP como un archivo Excel con al menos los siguientes cálculos:

Nombre de la hoja de cálculo	Función	¿Presentar para la certificación?
Comprobación	Descripción del edificio, resumen de los resultados	sí
Control	Asistencia para la introducción de datos	sí
Clima	Selección de la región climática o de los datos climáticos definidos por el usuario	sí
Valores-U	Cálculo de valores-U de los elementos constructivos estándar	sí
Superficies	Resumen de superficies y puentes térmicos	sí
Terreno	Cálculo de los factores de reducción de elementos en contacto con el terreno	opcional
Componentes	Base de datos de componentes	sí
Ventanas	Cálculo de los valores-U de las ventanas y puertas de entrada	sí
Sombras	Cálculo de los factores de sombreadamiento	sí
Ventilación	Caudales de aire, balance del aire de impulsión/extracción para el periodo de calefacción, resultados del ensayo de presurización	sí
Vent-Adicional	Diseño y planificación de sist. con múltiples unidades de ventilación	si se usa
Vent-Adicional 2	Diseño y planificación de sist. con múltiples unidades de ventilación	si se usa
Calefacción	Cálculo de la demanda de calefacción Método mensual según la norma ISO 52016	sí
Carga-C	Cálculo de la carga de calefacción del edificio <sup>5</sup>	sí
Ventilación-V	Cálculo de la ventilación en verano	sí
Verano	Evaluación del clima durante el verano <sup>5</sup>	en caso de que no haya refrigeración activa
Refrigeración	Método mensual para la demanda de refrigeración	con refrigeración activa
Equipos-R	Refrigeración latente y selección del método de refrigeración	
Carga-R	Cálculo de la carga de refrigeración del edificio <sup>5</sup>	
Distribución+ACS	Demanda de ACS y pérdidas por distribución	sí
ACS-Solar	Contribución solar a la producción de ACS	si está presente
IFV	Generación de electricidad mediante una instalación fotovoltaica	si está presente
Electricidad	Demanda de electricidad en edificios residenciales	para uso residencial
Uso-NR	Patrones de uso no residencial	para uso no residencial
Electricidad-NR	Demanda de electricidad en edificios no residenciales	para uso no residencial
Electricidad-Aux	Demanda de electricidad auxiliar	sí
GIC	Ganancias internas de calor en edificios residenciales	para uso residencial, si no hay GIC-estándar
GIC-NR	Ganancias internas de calor en edificios no residenciales	para uso no residencial, si no hay GIC-estándar
PER	Valores de energía primaria y de CO <sub>2</sub>	sí
Unidad compacta	Rendimiento del generador de calor: unidad compacta	si está presente
BC	Rendimiento de la generación de calor de la bomba de calor	si está presente
BC-Terreno	Sonda o colector geotérmico en combinación con una bomba de calor	si está presente
Caldera	Rendimiento del generador de calor - caldera	si está presente
Calefacción urbana	Estación de transferencia de calor del distrito	si está presente

<sup>5</sup> Los cálculos del PHPP para la carga de calefacción, el sobrecalentamiento en verano y la carga de refrigeración se han desarrollado para edificios con un único uso (por ejemplo, uso residencial o de oficinas, pero no ambos usos). En el caso de edificios con usos múltiples, con un funcionamiento intermitente de la ventilación o de la calefacción/refrigeración, o con grandes fluctuaciones de cargas internas, se deben realizar estudios más exhaustivos, posiblemente utilizando otros métodos de cálculo cuando proceda.

### 3.2.2 Documentos de diseño y planificación

- **Plano de emplazamiento** que incluya la orientación del edificio, la ubicación y la altura de los elementos de sombreado relevantes (edificios vecinos, árboles prominentes, elevaciones del terreno, etc.); fotografías de la parcela donde se construirá el edificio y de sus alrededores; y otros datos necesarios para documentar de forma clara y completa la situación de sombreado de manera que sea comprensible para el Certificador.
- **Planos de construcción** (plantas, secciones, y alzados) con dimensiones comprensibles para todos los cálculos de superficies (dimensiones de las estancias, superficies de la envolvente, dimensiones del hueco de albañilería para ventanas).
- Cálculo comprensible de la **superficie de referencia energética**.
- **Planos de referencia de las superficies de la envolvente** que permitan identificar y asignar fácil y claramente las superficies y los valores-U del PHPP a los planos. Alternativamente, se puede presentar un archivo designPH que incluya esta información.

### 3.2.3 Detalles constructivos estándar y de encuentros

- **Plano de localización de los puentes térmicos** (si los hay) para una clara asignación de los valores en el PHPP.
- **Planos de detalles** de todas las conexiones y encuentros de la envolvente del edificio, por ejemplo, muros exteriores e interiores en la solera / losa de piso o el techo del sótano, muros exteriores con cubierta y techo, cumbrera, cornisa, anclaje de los balcones, etc. Los detalles deben incluir dimensiones e información sobre los materiales utilizados y sus conductividades. Se debe indicar la capa de hermeticidad y describir cómo se va a ejecutar en los encuentros.
- Evidencia que respalde los **coeficientes de pérdidas por puentes térmicos** basados en la norma EN ISO 10211, tal como se utilizan en el PHPP. Como alternativa, se pueden utilizar puentes térmicos documentados que sean comparables (por ejemplo, en sistemas constructivos certificados Passivhaus/EnerPHit, en publicaciones del PHI, o en catálogos de puentes térmicos).
- Fabricante, tipo y ficha técnica de los **materiales de aislamiento**. Se aceptan los valores nominales de la conductividad térmica según las normas nacionales o de homologaciones de las autoridades en materia de construcción.
- En los climas caluroso y muy caluroso, evidencia de **las propiedades de radiación** de la superficie exterior del edificio. Para los productos para cubiertas: valores medidos de absortividad o reflexión y emisividad determinados de acuerdo con ANSI/CRRC-1 (o métodos comparables). Para los productos para muros: debido a la escasez de datos disponibles, actualmente no hay requisitos respecto a la fuente de los valores específicos. Todos los valores deben determinarse después de un período de exposición a la intemperie de al menos 3 años (o con la conversión en el PHPP de los valores en condiciones nuevas).
- En los casos en donde haya dudas, evidencia de **protección contra la acumulación excesiva de humedad**.

### 3.2.4 Ventanas y puertas

- **Planos con la ubicación de las ventanas y puertas** para una clara asignación de los valores en el PHPP.
- Información sobre los **marcos de ventanas y puertas** que se van a instalar: fabricante, tipo, valor  $U_f$ ,  $\Psi_{\text{Instalación}}$ ,  $\Psi_{\text{Borde acristalamiento}}$ , detalles constructivos de todas las situaciones de instalación en el muro exterior previstas. Los valores deben ser calculados de acuerdo con la norma EN ISO 10077-2.
- Información sobre el **acristalamiento** que se va a instalar: fabricante, tipo, composición, tipo de espaciador, valor- $U_g$  según la norma EN 673, valor g según la norma EN 410, o  $U_g$  y valor g según la norma ISO 15099, calculados matemáticamente.
- $U_f$ ,  $U_g$  y valor g con **dos decimales** para valores inferiores a 1,0.

### 3.2.5 Sombreamiento

- **Elementos de sombreado temporal:** ficha técnica del producto que muestre el tipo y la geometría del elemento. La evidencia del factor de sombreado puede ser proporcionada por medio de los valores estándar en el manual del usuario del PHPP, los datos del fabricante (el valor  $U_g$  en el cálculo del fabricante no debe ser significativamente menor que el valor  $U_g$  del acristalamiento instalado), o el cálculo de acuerdo con EN13363.
- **Elementos de sombreado fijos:** detalle en sección que muestre las características pertinentes al sombreado. Como alternativa, también se puede demostrar el factor de sombreado mediante un archivo designPH existente (a partir de la versión 2.0). La precisión computacional del análisis debe ajustarse en función de la complejidad de la situación de sombreado (véase el manual de designPH).

### 3.2.6 Ventilación

- **Planos** y especificaciones del sistema de **ventilación** que incluya la identificación y el dimensionamiento de las unidades de ventilación, caudales (Protocolo final equilibrado ventilación: "Proyecto", en el paquete de descarga del PHPP), protección contra el ruido, filtros, válvulas de aire de impulsión y de extracción, aberturas para el aire transferido, entrada y salida del aire de admisión y expulsión, dimensionamiento y aislamiento de los conductos, intercambiador de calor tierra-aire (si existe), sistemas de control, etc.
- Evidencia de la eficiencia de **recuperación de calor** del sistema de ventilación para el periodo de calefacción y/o el periodo de refrigeración. Si solo se conoce la eficiencia de recuperación de calor para el periodo de calefacción, la celda para el periodo de refrigeración en la hoja de cálculo "Componentes" del PHPP debe permanecer vacía. El PHPP aplicará una deducción general del 10 % a la eficiencia de recuperación de calor para el periodo de refrigeración en climas con refrigeración.

Si es necesaria, evidencia de la eficiencia de **recuperación de la humedad**; los valores para el periodo de calefacción y el periodo de refrigeración; si se dispone de un valor solo para uno de los dos periodos, este se puede utilizar también para el otro periodo.

Evidencia de la **demanda de electricidad** del sistema de ventilación.

Deben tenerse en cuenta las diferentes **configuraciones** y los **tiempos de funcionamiento**.

La comprobación se lleva a cabo de acuerdo con el método del PHI (véanse los criterios de certificación de componentes Passivhaus para las unidades de ventilación).

Deben incluirse **sistemas de extracción de aire** sin recuperación de calor (también campanas extractoras y cabinas de gases, etc.).

- Fabricante, tipo, fichas técnicas y verificación de la demanda de electricidad de todos los **componentes del sistema de ventilación**, como las baterías de calor, la protección contra las heladas, etc.
- Información sobre el **intercambiador de calor tierra-aire** (si existe): longitud, profundidad y tipo de instalación, características del terreno, tamaño y material de los tubos, verificación de la eficiencia de la recuperación de calor. Para los intercambiadores de calor tierra-aire: regulación, límites de temperatura para invierno/verano, y verificación de la eficiencia de la recuperación de calor.
- **Cálculo de la pérdida de presión** de la red de conductos para edificios no residenciales y para unidades de ventilación con un caudal de aire superior a 600 m<sup>3</sup>/h, con el fin de verificar la eficiencia eléctrica de la unidad de ventilación.
- **Protocolo del equilibrado de la ventilación** que incluya: descripción de la propiedad, ubicación/dirección del edificio, nombre, dirección, y firma del responsable del ajuste, fecha y hora de realización del ajuste, fabricante del sistema de ventilación y tipo de unidad, ajuste del caudal en modo de funcionamiento estándar, balance del caudal de aire de admisión y aire de expulsión (hasta un 10 % de desequilibrio máximo permitido). Deberá facilitarse un informe sobre el ajuste de todas las válvulas de impulsión y extracción de aire. Si esto no es posible en edificios no residenciales por razones técnicas, entonces deben medirse al menos los caudales de aire en la unidad de ventilación (aire de admisión / aire de expulsión) y en los conductos principales del sistema de ventilación. Se recomienda utilizar la plantilla "Protocolo final equilibrado ventilación": "Puesta en marcha", fuente: paquete de descarga PHPP.

### 3.2.7 Calefacción/refrigeración de espacios, ACS y aguas residuales

- **Planos y especificaciones de los sistemas de calefacción/refrigeración, ACS y aguas residuales**: planos que muestren los generadores de calor, los acumuladores de calor, la distribución de calor (tuberías, batería de calor, superficies de calefacción, bombas y sistemas de control), la distribución del agua caliente sanitaria (circulación, tuberías individuales, bombas y sistemas de control), las tuberías de ventilación de aguas de desagüe, incluidos los diámetros y espesores de los aislamientos, representación y dimensionamiento de los sistemas de refrigeración y deshumidificación.
- Evidencia (por ejemplo, fotografías) de la calidad del **aislamiento de piezas de conexión, abrazaderas**, etc., para la calefacción y el agua caliente sanitaria (si no se aporta evidencia, se debe seleccionar "1 - Ninguna" en la hoja de cálculo "Distribución+ACS" del PHPP).
- **Breve descripción** de cualquiera de estos sistemas con esquemas.
- Fabricante, tipo, fichas técnicas y evidencia de la demanda de electricidad de los **generadores de calor** para calefacción y agua caliente sanitaria, tanques de almacenamiento, bombas, recuperación de calor del agua de ducha, refrigeración del edificio (si aplica), bombas de refuerzo, bombas de elevación, etc. (véase también la sección 2.5.12 para calefacción urbana).
- **Recuperación de calor del agua de desagüe de la ducha**: para los aparatos que no están certificados se admite como evidencia la eficiencia calculada de acuerdo con la norma NEN 7120 (el certificado holandés KIWA), CAPE/RECADO-PQE (la medición francesa de acuerdo con el CSTB, valor medido para la conexión de agua caliente y fría), o CSA B55 (el estándar de ensayos canadiense). Se introduce en el PHPP la eficiencia en estado estacionario con un tiempo muerto efectivo de 10 segundos por litro de contenido de agua potable.

- En edificios **sin refrigeración activa**:
  - Documentación por escrito de la **estrategia de confort térmico en verano**, firmada por el propietario del edificio.
  - Evidencia de las **instrucciones dadas al futuro usuario del edificio** sobre la estrategia de confort térmico en verano, por ejemplo, en un manual de usuario.
  - El método PHPP para determinar el sobrecalentamiento en verano solo representa un valor medio para todo el edificio - puede producirse sobrecalentamiento en estancias individuales. Si se sospecha que pueda producirse esta situación, debe realizarse un **examen en profundidad** (por ejemplo, con una simulación dinámica).

### 3.2.8 Aparatos eléctricos e iluminación

- Edificios residenciales
  - Planificación o **concepto de uso eficiente de la electricidad** (solo si no se utiliza la comprobación estándar, véase la sección 2.5.11).
  - Si procede, diseño eléctrico de las **zonas comunes**, incluyendo, por ejemplo, los ascensores, iluminación, etc.
- Edificios no residenciales
  - Fabricante, tipo, fichas técnicas y evidencia de la demanda de electricidad para todos los **usos de electricidad** significativos, tales como ascensores, equipos de cocina, aplicaciones informáticas, sistemas telefónicos, sistemas de seguridad, y todos los demás usos eléctricos con una demanda de electricidad significativa que sean específicos del uso del edificio, por ejemplo, un horno.
  - Representación y dimensionamiento del sistema de **iluminación** (en su caso, también los conceptos o simulaciones para el uso de la luz natural).
  - Confirmación por escrito del usuario del edificio (si se conoce, en caso contrario, del propietario del edificio) de que el **perfil de uso** en el PHPP (hoja de cálculo "Uso-NR") se corresponde con el uso del edificio previsto en el futuro.

### 3.2.9 Energía renovable

Evidencia pertinente **de la propiedad** de los sistemas de generación de energía renovable (excepto para los sistemas solares térmicos) instalados en el edificio, en la parcela o fuera de ella. O, en su caso, evidencia del porcentaje de propiedad del sistema en su conjunto. Dicha evidencia debe demostrar que se trata de un sistema de nueva construcción, es decir, sistemas que no se pusieron en funcionamiento antes del inicio de la construcción del edificio y que pertenecen al propietario del edificio o al usuario (a largo plazo) (primera adquisición).

- Sistemas **solares térmicos** instalados en el edificio: fichas técnicas relativas a los colectores y el sistema de almacenamiento utilizadas, indicando los valores necesarios para el PHPP.
- Sistema **fotovoltaico**: fichas técnicas de los colectores e inversores utilizados, indicando los valores necesarios para el PHPP.
- **Otros** sistemas de generación de energía renovable: evidencia apropiada de la generación anual de energía prevista del sistema (simulación).



### 3.2.10 Hermeticidad de la envolvente del edificio

La medición de la hermeticidad se realizará de acuerdo con la norma ISO 9972 (método 1), con las siguientes desviaciones:

- volumen de aire  $V_{n50}$  de acuerdo con el Anexo 4.1.1 para el cálculo del valor  $n_{50}$
- serie de mediciones tanto a presión positiva COMO negativa (es necesario que el valor medio de ambas mediciones cumpla con el valor límite  $n_{50}$ )

El ensayo de presurización solo debe realizarse para el **volumen calefactado/refrigerado** de la envolvente del edificio. Los sótanos, los porches, los invernaderos, etc. que no estén dentro de la envolvente térmica del edificio no se incluyen en el ensayo de presurización. Se recomienda llevar a cabo el ensayo cuando la capa de hermeticidad esté todavía accesible, lo que permite realizar cualquier reparación necesaria. El informe del ensayo de presurización también debe documentar el **cálculo del volumen de aire neto**.

El ensayo de presurización debe ser realizada por una institución o persona **independiente** del propietario del edificio. Un ensayo de presurización que haya sido realizado por el propietario del edificio solo se aceptará si el resultado del ensayo está firmado por alguien que se responsabilice personalmente de la veracidad y exactitud de la información proporcionada.

Solo para los edificios EnerPHit y PHI Edificio de baja demanda energética, para los valores  $n_{50}$  entre 0,6 1/h y 1,0 1/h y para pre-certificaciones: se debe realizar una **detección de infiltraciones** exhaustiva durante el ensayo de presurización. Deben identificarse y subsanarse las infiltraciones individuales que puedan causar daños estructurales o perjudicar el confort. Esto se debe confirmar por escrito<sup>6</sup> y ser firmado por la persona que realiza la detección de infiltraciones.

### 3.2.11 Fotografías

Evidencia del progreso de la construcción respaldada con fotografías, pero no es necesario proporcionar una documentación fotográfica completa de todas las medidas.

### 3.2.12 Excepciones (solo para EnerPHit)

Si procede, proveer la evidencia del uso de las excepciones, por ejemplo, análisis de viabilidad económica (véase la sección 3.2.13), confirmación por escrito de la autoridad de conservación de edificios históricos, extractos de leyes y ordenanzas, planos.

Por lo general, en caso de que un valor específico requerido como estándar se supere en base a una excepción, deben presentarse los documentos correspondientes con la firma del responsable para evidenciar de manera clara que los requisitos previos para dicha excepción están presentes.

---

<sup>6</sup> Ejemplo de texto para la confirmación de la detección de infiltraciones de aire:

*Por medio de la presente confirmo que la detección de infiltraciones de aire se llevó a cabo bajo presión negativa. Durante este proceso se inspeccionaron todas las estancias dentro la envolvente hermética del edificio. Se comprobaron todos los puntos susceptibles de tener infiltraciones (incluidos los lugares de difícil acceso, como los techos altos). Se sellaron todas las infiltraciones importantes que representaban una porción significativa del total de infiltraciones o que afectaban al confort térmico.*

Nota: en casos concretos, también puede ser admisible la detección de infiltraciones bajo presión positiva, especialmente en el caso de una capa de hermeticidad situada en el exterior. Se pueden detectar infiltraciones durante un ensayo de presurización. Como alternativa, la diferencia de presión también se puede generar mediante ventiladores simples o mediante el sistema de ventilación.

### 3.2.13 Cálculo de la viabilidad económica (solo para EnerPHit)

Si procede, requerido como evidencia para el uso de una excepción (véase la sección 2.2.4):

Cálculo de la viabilidad económica mediante la comparación con una rehabilitación sin mejora de la eficiencia energética, utilizando la **hoja de cálculo "Comparación" del PHPP**. Se utilizarán los parámetros por defecto del PHPP (tasa de interés, inflación, precio de la energía) en caso de que haya condiciones nacionales diferentes no verificadas. No se pueden aplicar los precios subvencionados de la energía.

Alternativamente: previo acuerdo con el Certificador, se puede realizar un **cálculo por separado** utilizando un método dinámico de evaluación (por ejemplo, el método del valor presente neto) para el ciclo de vida del componente, con base en todos los costes relevantes menos los costes en los que se incurriría de todos modos; puede encontrarse una descripción más exacta, por ejemplo, en "Rehabilitaciones paso-a-paso con componentes Passivhaus", que puede descargarse en la página web [www.europhit.eu](http://www.europhit.eu) (en inglés).

### 3.2.14 Comprobación de los requisitos generales mínimos (según la sección 2.4)

- **Ventilación**

**Humedad relativa del aire interior excesivamente baja:** concepto general que muestre las medidas para aumentar la humedad relativa media mensual a más del 30 % (en todos los meses) que pueden ser aplicadas posteriormente.

**Corrientes de aire:** para estancias con impulsión de aire con una tasa de renovación de aire de 2 o superior en funcionamiento normal (por ejemplo, un aula o una sala de reuniones): descripción de cómo se van a evitar las corrientes de aire no deseadas.

- **Protección contra la humedad**

**Temperaturas superficiales interiores excesivamente bajas:** por regla general, no se requiere evidencia del factor de temperatura  $f_{Rsi}$  ni la introducción de este valor en el PHPP para los componentes con calidad Passivhaus típica. Sin embargo, el Certificador puede solicitar dicha evidencia en caso de duda.

**Acumulación de humedad en un componente:** si el Certificador tiene dudas en cuanto a posibles daños estructurales causados por la humedad, puede solicitar evidencia de la protección contra la humedad de acuerdo con los reglamentos técnicos aceptados. Este es el caso, por ejemplo, para las siguientes construcciones:

- Componentes con aislamiento interior en climas que requieren calefacción.
- Ciertas cubiertas planas (por ejemplo, cubiertas ajardinadas) en climas que requieren calefacción.
- Aislamiento en climas cálidos y húmedos.

- En el caso de dichas construcciones críticas, también se requiere evidencia de idoneidad técnica de los componentes en relación con la humedad para la aplicación específica. En caso de duda, la evidencia de la idoneidad con respecto a la protección contra la humedad será mediante el informe pericial correspondiente (la aceptación de la responsabilidad debe ser legalmente válida) basado en métodos aceptados. Esto suele realizarse mediante una simulación higrotérmica.

Además, en el caso de los componentes con aislamiento interior, debe aportarse evidencia de la planificación minuciosa de los detalles, con la que se pueda evitar de forma segura y permanente el flujo de aire detrás de la capa de aislamiento, si la ejecución de dichos detalles se lleva a cabo de acuerdo con la planificación.

- **Confort térmico**

Si se rebasan los criterios para confort térmico mencionados en la sección 2.4.4 "Protección térmica mínima", se deberá aportar alternativamente la evidencia de las condiciones de confort de acuerdo con la norma DIN EN ISO 7730 (no aplica para PHI Edificios de baja demanda energética).

- **Satisfacción del usuario**

Si se hace uso de alguna de las excepciones mencionadas en la sección 2.4.5, se deberá proveer la evidencia de que se cumplen los requisitos previos para ello.

### **3.2.15 Declaración del director de obra**

La construcción según los planos y especificaciones revisados del proyecto debe documentarse y confirmarse con la declaración del director de obra. Deberá mencionarse cualquier variación en la obra ejecutada cuando ésta sea relevante para el cumplimiento de los criterios, y si alguno de los materiales utilizados se desvía de los incluidos en la planificación original del proyecto, deberá aportarse la evidencia correspondiente.

**En algunas circunstancias puede ser necesario presentar informes de ensayos adicionales o fichas técnicas de los componentes utilizados en el edificio. Si se utilizan valores más favorables que los del método de cálculo estándar del PHPP, éstos deberán estar respaldados por evidencia verosímil.**

### 3.3 Pre-certificación para las rehabilitaciones paso-a-paso

Si las rehabilitaciones energéticas se llevan a cabo en varios pasos separados consecutivos, es posible obtener una pre-certificación del edificio como EnerPHit (o Passivhaus). La preparación de un **Plan de Rehabilitación EnerPHit (PRE)** integral es un prerrequisito para ello. La pre-certificación proporciona a los propietarios y proyectistas del edificio la seguridad de que el estándar se alcanzará una vez completados todos los pasos. El procedimiento se describe a continuación.

*El **Plan de Rehabilitación EnerPHit (PRE)** es un documento para los propietarios de edificios. Incluye un concepto global bien estudiado para las rehabilitaciones paso-a-paso. Tiene en cuenta las interrelaciones importantes entre las distintas medidas de ahorro energético. De este modo, se puede obtener con seguridad y un esfuerzo razonable, un resultado final óptimo sobre todos los pasos. El archivo de salida PRE incluido en el CD del PHPP crea la estructura básica del plan de rehabilitación mediante la importación de un PHPP completo.*

#### 3.3.1 Procedimiento para la pre-certificación

La pre-certificación se puede llevar a cabo en cuanto se cumplan los siguientes prerrequisitos:

- Se han presentado al Certificador el PRE y todos los demás documentos necesarios de acuerdo con la sección 3.3.4 "**Documentos a presentar** para la pre-certificación".
- El **primer paso de la rehabilitación** se ha completado y cumple con las especificaciones del PRE.
- La **demanda de energía** se ha reducido considerablemente en comparación con el estado inicial. Esto puede corroborarse según los casos a, b, c, o d:
  - a) Una reducción de al menos 20 % de la demanda de energía primaria renovable (**PER**) o no renovable (**EP**).
  - b) Una reducción de al menos 20 % o 40 kWh/(m<sup>2</sup>a) de la demanda de **calefacción** o de la suma de la **demanda de refrigeración y deshumidificación**. Para ello, solo se puede considerar la reducción en el tipo de acondicionamiento (calefacción o refrigeración + deshumidificación) con la mayor demanda de energía útil en el estado inicial.
  - c) Al menos **una unidad residencial** ha sido rehabilitada casi en su totalidad de acuerdo con el ERP en un edificio con varios propietarios.
  - d) Se ha construido una nueva **extensión** de acuerdo con el PRE.
- Se ha llevado a cabo una **detección de infiltraciones** de aire<sup>7</sup>.

Preferiblemente, los documentos requeridos en la sección 3.3.4 "**Documentos a presentar** para la pre-certificación" deberían presentarse antes de la primera medida de rehabilitación para poder identificar cualquier desviación de los criterios antes de su aplicación.

<sup>7</sup> La detección de infiltraciones solo es necesaria tras la adopción de medidas que puedan afectar a la hermeticidad de la envolvente del edificio. Asimismo, la detección de infiltraciones debe realizarse en un punto del proceso de construcción en el que los componentes afectados sean todavía fácilmente accesibles.

También se recomienda presentar la documentación de las medidas de todos los pasos posteriores para que sea revisada antes de su aplicación. De esta manera, el Certificador puede emitir una versión actualizada de la pre-certificación una vez que una medida ha sido completada.

Se puede solicitar un certificado EnerPHit (o Passivhaus) después de haber completado el último paso de la rehabilitación. Se deben presentar los documentos necesarios mencionados en la sección 3.2 si es que no se han entregado ya para los pasos previos de la rehabilitación.

### 3.3.2 Orden de rehabilitación permitida

La pre-certificación se puede solicitar para cualquier variante de una rehabilitación paso-a-paso. Esto incluye las medidas de ahorro energético llevadas a cabo en diferentes momentos para:

- **Componentes** (por ejemplo, paso 1: aislamiento en muros, paso 2: sustitución de ventanas y sistema de ventilación, paso 3: aislamiento de la cubierta y sistema de calefacción, etc.)
- **Zonas del edificio** (por ejemplo, un ala del edificio, apartamentos, nuevas extensiones o casas adosadas).

### 3.3.3 Protección contra la humedad: requisitos para estados intermedios

El riesgo de daños estructurales relacionados con la humedad **no debe aumentar** en ningún paso, es decir, ningún paso puede conducir a un riesgo de daño que no existía o existía solo en menor medida antes del inicio de las medidas de rehabilitación.

### 3.3.4 Documentos a presentar para la pre-certificación

- PDF del **Plan de Rehabilitación EnerPHit (PRE)** completo con el que se alcanza el estándar planeado (EnerPHit/Passivhaus), incluyendo los siguientes documentos:
- Todas las hojas de cálculo pertinentes del archivo de salida del PRE (plantilla de Excel que se incluye en el paquete de descarga del PHPP).
- Anexo con:
  - Planos del edificio en su estado inicial.
  - Planos del edificio totalmente rehabilitado con la representación esquemática de la ubicación de las capas de aislamiento y hermeticidad en todos los componentes de la envolvente del edificio (planos de plantas, secciones y (si es necesario) alzados, escala 1:50 a 1:100).
  - Planos esquemáticos simplificados de detalles generales y encuentros de la envolvente del edificio para futuros pasos, donde se indiquen la ubicación y conexión de las capas de aislamiento y hermeticidad (incluida la representación de los estados intermedios).
- Cálculo completo en el PHPP como archivo de Excel. Cada paso de la rehabilitación debe introducirse como una variante en la hoja de cálculo "Variantes".
- Todos los documentos de conformidad con la sección 3.2 que sean necesarios para las **medidas de eficiencia energética** ya ejecutadas al momento que se presenta la documentación.
- **Informe de detección de infiltraciones** a presión negativa (sección 3.2.10) en la zona del componente rehabilitado (solo después de la implementación de las medidas que puedan afectar a la hermeticidad de la envolvente del edificio).



## 4 Anexo

### 4.1 Disposiciones adicionales relacionadas con los criterios

#### 4.1.1 Cálculo del volumen de aire $V_{n50}$ para el ensayo de hermeticidad

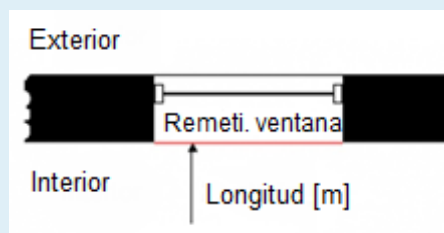
Para el cálculo del volumen de aire  $V_{n50}$  a usarse para el valor  $n_{50}$ , debe tenerse en cuenta **todo el volumen de aire** dentro de la envolvente del edificio calefactado. El volumen debe **determinarse para cada estancia**. Para ello, se **debe multiplicar la superficie de la base de la estancia por la altura media libre de la misma**. No se admiten suposiciones generales para determinar el volumen interior del recinto (volumen bruto) mediante el uso de un factor de reducción.

La superficie de la base que se debe utilizar para este cálculo **difiere** de la superficie de referencia energética (SRE) que se utiliza normalmente. El volumen de aire  $V_{n50}$  no es igual que el "volumen de referencia para el sistema de ventilación" utilizado en la hoja "Calefacción" del PHPP (altura estándar de la estancia de 2,5 m).

Independientemente de la fase en que se encuentre la construcción el edificio, **deben utilizarse siempre las dimensiones del edificio terminado** (por ejemplo, si todavía no se ha instalado el acabado en el pavimento). El volumen de aire por encima de los falsos techos NO se tiene en cuenta para el volumen total de aire. Esto es así independientemente de si el techo ya existe, si está conectado directamente con la pared, o tiene algún tipo de perforación ("techo acústico"). No es necesario descontar el volumen ocupado por capas de enfoscado.

**Las viguetas, las vigas, los revestimientos con tableros de yeso, las instalaciones montadas en pared** (si no tienen la misma altura que la estancia), y elementos similares no se tienen en cuenta; *no* se deducen del cálculo para simplificación. Por tanto, se consideran como si no existieran (= volumen de aire).

El volumen de los **remetimientos de las ventanas** (véase la ilustración siguiente) tampoco se tiene en cuenta (solo se mide hasta la superficie interior de la pared). Se aplica el mismo criterio en el caso del paso de puertas.



**Figura 1: El remetimiento de la ventana se omite del cálculo del volumen de aire  $V_{n50}$**

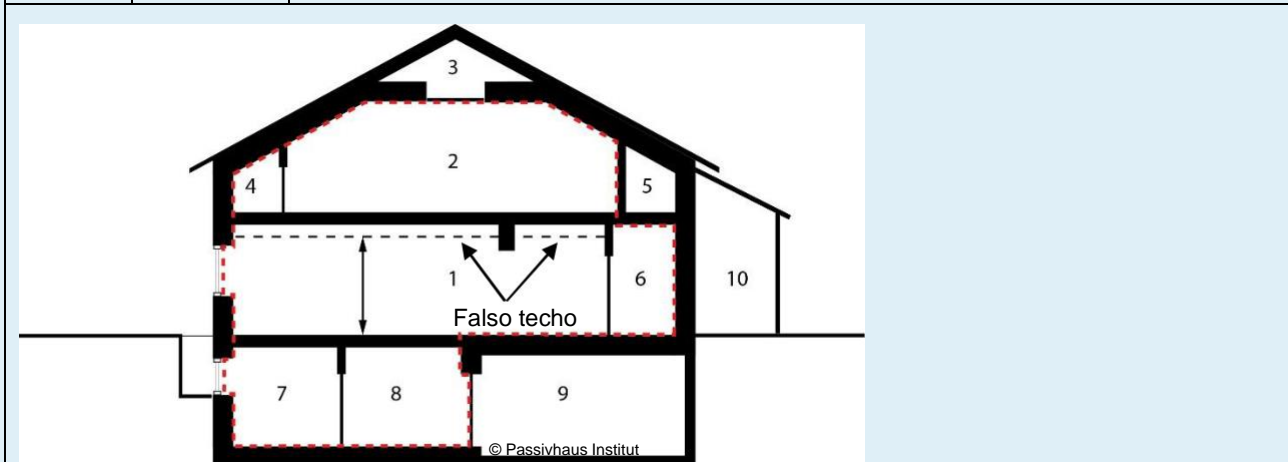
El volumen de aire del hueco de una **escalera** forma parte del  $V_{n50}$  y se tiene en cuenta en su totalidad. El volumen de los peldaños de la escalera cuenta como parte del  $V_{n50}$  de forma simplificada y, por tanto, no se deduce del volumen de aire total. La superficie de la base del hueco de la escalera se multiplica entonces por la altura libre.

El volumen de aire de los **huecos del ascensor** y de cualquier **otro tipo de huecos** dentro de la envolvente térmica forma parte del  $V_{n50}$  y se tiene en cuenta en su totalidad. El volumen de la cabina

del ascensor, así como de las tuberías, conductos, etc., puede ignorarse y por tanto no se deduce. La superficie de la base del hueco se multiplica entonces por la altura libre.

**Tabla 6: cálculo del volumen de aire  $V_{n50}$  dentro de la capa de hermeticidad de un edificio. La línea roja discontinua alrededor representa la capa de hermeticidad.**

Estancia	¿Dentro de la envolvente hermética?	Cálculo del volumen
1	sí	Altura libre hasta el falso techo (planificado); la viga no se deduce del cálculo del volumen
2	sí	Volumen completo (se tiene en cuenta la inclinación de la cubierta)
3	no	No se tiene en cuenta el volumen (fuera de la envolvente)
4	sí	Volumen completo (se tiene en cuenta la inclinación de la cubierta)
5	no	No se tiene en cuenta el volumen (fuera de la envolvente)
6	sí	Altura libre hasta el techo
7	sí	Sótano: volumen completo
8	sí	Sótano: volumen completo
9	no	Sótano: no se tiene en cuenta el volumen (fuera de la envolvente)
10	no	Porche/invernadero: no se tiene en cuenta el volumen (fuera de la envolvente)





#### 4.1.2 Certificación de casas adosadas y casas pareadas/dúplex

En el caso de las casas adosadas y de las casas pareadas/dúplex hay dos formas alternativas de verificar el cumplimiento de los criterios (el término "casas adosadas" utilizado a continuación, incluye también las casas pareadas/dúplex, es decir, las casas que tienen dos viviendas contiguas):

- **Método 1:** los criterios los cumple la hilera de casas adosadas en su conjunto, por lo que las casas individuales (normalmente los adosados del final de la hilera) pueden tener una demanda energética ligeramente mayor a los requisitos. Se elabora un balance energético PHPP colectivo para toda la hilera de casas adosadas. Alternativamente, la comprobación puede tener lugar a través de los valores medios ponderados por superficie de los resultados que sean relevantes para la certificación (hoja de cálculo "Comprobación") de los cálculos en PHPP para cada casa adosada por separado. Cada propietario puede recibir una copia del certificado y del cuadernillo de certificación de toda la hilera.
- **Método 2:** cada vivienda de la hilera de casas adosadas cumple los criterios por sí sola. Para ello, se elabora un balance energético por separado para cada vivienda utilizando el PHPP. Con este método, los adosados de esquina suelen requerir un mayor nivel de protección térmica debido a la mayor superficie de la envolvente, mientras que los adosados situados en medio de la hilera cumplen los requisitos con un nivel de protección térmica ligeramente inferior. Una vez finalizado el proceso de certificación, cada vivienda recibirá su propio certificado y el cuadernillo de certificación con el cálculo del balance energético de la vivienda correspondiente.

El método 2 tiene sentido si es importante que cada casa adosada cumpla los criterios individualmente o si la planificación de cada casa en una hilera es llevada a cabo por diferentes partes.

El método 1 es apropiado en todos los demás casos. Reduce los gastos de planificación, ejecución y certificación porque se puede aplicar el mismo estándar de protección térmica (espesor del aislamiento, etc.) y solo es necesario un cálculo en el PHPP. A pesar de ello, la demanda total de energía de todas las casas adosadas no es mayor que con el método 2. Sin embargo, es importante tener en cuenta a la hora de dimensionar el sistema de calefacción que la carga de calefacción de los adosados del final de la hilera de casas suele ser mayor (la calefacción a través del aire de impulsión por sí sola puede no ser suficiente).

Los adosados del final de la hilera forman parte de una unidad Passivhaus más grande (hilera de casas adosadas) y, por tanto, cumplen los criterios Passivhaus del Passivhaus Institut. Este caso es comparable al de un apartamento ocupado por el propietario en un bloque de apartamentos que ha sido certificado como edificio Passivhaus. También en este caso se consiguen cumplir los criterios si todo el edificio cumple los requisitos, aunque los apartamentos individuales puedan tener una mayor demanda energética si se calculan por separado.

Se recomienda que la metodología elegida se acuerde en una fase temprana con todas las partes interesadas y se deje constancia por escrito.

Es posible certificar solo una unidad de una hilera de casas adosadas. En ese caso, la certificación solo será válida para esa unidad concreta y no para toda la hilera de casas adosadas. Consulte la sección 2.5.1 para conocer en detalle las reglas de zonificación.

### **4.1.3 Certificación de edificios con uso no estándar en la planta baja**

Para los estándares energéticos del Passivhaus Institut, generalmente se tiene en cuenta para la certificación todo el volumen calefactado de un edificio, incluyendo todas las plantas y zonas de uso. Los tipos de uso previstos (residencial, oficinas, etc.) se tienen en cuenta en el balance energético con el PHPP.

Un tipo de edificio muy común es el que tiene un uso estándar y homogéneo de las plantas superiores (normalmente uso residencial o de oficinas), mientras que las zonas comerciales en las plantas bajas pueden utilizarse de forma muy diferente en función del usuario del edificio, por ejemplo, como supermercado, restaurante, panadería, consultorio médico, taller automotriz, zapatería, guardería, etc. A menudo se desconoce el usuario de las planta bajas cuando se realiza el balance energético. En la siguiente tabla se describen las opciones existentes para la certificación de este tipo de edificios. Esta tabla no puede utilizarse para los usos de las plantas bajas para los que existen valores estándar en el PHPP (oficina, escuela, jardín de infancia).

**Tabla 7: Opciones para la certificación de edificios con plantas bajas de uso comercial<sup>8</sup>. En todas las variantes se asume que las plantas superiores han alcanzado el estándar Passivhaus/EnerPHit:**

	Construcción nueva / existente	¿Usuario conocido al momento de la revisión principal? <sup>9</sup>	Hermeticidad y calidad de la envolvente térmica del edificio en las plantas bajas	¿Sistema de ventilación adecuado para PH en las plantas bajas?	Parte del edificio a certificar	Ubicación de la placa en el edificio	Requisitos adicionales
1	Construcción nueva	sí	PH	sí	Todo el edificio, incluidas las plantas bajas	En el exterior	En caso de usos especiales <sup>10</sup> en las plantas bajas
2	Construcción nueva / existente	no	PH / EnerPHit	sí	Todo el edificio, incluidas las plantas bajas	En el exterior	Asumir un uso estándar para las plantas bajas y se anota en el certificado. GIC: 3,5 W/m <sup>2</sup> ; demanda de electricidad para todas las aplicaciones, incluida ACS, (excepto para calefacción, refrigeración, electricidad auxiliar): 3 W/m <sup>2</sup> ; tasa de renovación de aire 0,4 veces
3	Construcción nueva / existente	no	PH / EnerPHit	no	Solo las plantas superiores	Al interior, en las plantas superiores	Véase la descripción posterior a la tabla
4a	Construcción nueva / existente	no	Estándar de protección térmica básico provisional; reconstrucción posterior de acuerdo con los requisitos del usuario	-	Solo las plantas superiores	Al interior, en las plantas superiores	Véase la descripción posterior a la tabla
4b	Construcción nueva	sí	Protección térmica inferior al estándar PH, por especificación del usuario	-	Solo las plantas superiores	Al interior, en las plantas superiores	Véase la descripción posterior a la tabla
5	Construcción existente	sí	Edificio existente no rehabilitado en uso	no	Pre-certificación para todo el edificio	En el exterior	Plan de Rehabilitación EnerPHit necesario para la pre-certificación

<sup>8</sup> Incluso varias plantas, pero no más del 50 % de la superficie de referencia energética (SRE).

<sup>9</sup> Revisión principal del cálculo del PHPP y de los documentos de planificación por parte del Certificador del edificio (normalmente justo antes del inicio de la construcción).

<sup>10</sup> En el caso de usos especiales, como una piscina, un supermercado, un hospital o similares, los requisitos pueden diferir de los criterios normales y por tanto, deben ser acordados directamente entre el Certificador del edificio y el Passivhaus Institut.

**Caso 3: plantas bajas con envolvente Passivhaus/EnerPHit pero sin sistema de ventilación**

- La certificación aplicará formalmente solo a las plantas superiores (es decir, sin las plantas bajas). Esto se indicará en el certificado.
- Las plantas superiores deben cumplir los criterios Passivhaus / EnerPHit por sí solas (comprobación con el PHPP). La losa de entrepiso o forjado entre las plantas bajas y las superiores constituye el límite inferior del sistema y se asume adiabático. En el hueco de la escalera o similar, el límite también puede estar a nivel de la losa de entrepiso, incluso si hay un volumen de aire aquí en parte (el límite del sistema no tiene que ir hasta el terreno en el hueco de la escalera).
- Además, debe prepararse un cálculo en el PHPP para las plantas bajas por separado con valores generales para las fuentes de calor internas ( $3,5 \text{ W/m}^2$ ), la tasa de renovación de aire ( $0,4 \text{ 1/h}$ ), y la eficiencia de recuperación de calor del sistema de ventilación (se utiliza el valor medio de las plantas superiores). La media ponderada por superficie de las plantas bajas y las plantas superiores también debe cumplir los criterios Passivhaus / EnerPHit para la demanda de calefacción y refrigeración.
- Los criterios de hermeticidad del edificio aplican a toda la envolvente del edificio, incluidas las plantas bajas.
- La calefacción de la planta superior adyacente debe estar adecuadamente dimensionada para garantizar temperaturas de confort incluso si las plantas bajas están desocupadas y sin calefacción. Si no puede descartarse que prevalecerán temperaturas más bajas en las plantas bajas durante periodos de tiempo prolongados, la losa de entrepiso o forjado entre la planta baja y la planta superior adyacente debe estar tan bien aislada que sea poco probable que el confort térmico se vea afectado, que se produzcan daños estructurales, y que los costes de calefacción sean considerablemente superiores a los de las demás plantas. Como alternativa, se puede garantizar que se mantendrá una temperatura mínima en las plantas bajas si están desocupadas.
- Si el futuro usuario del edificio en las plantas bajas cumple los criterios Passivhaus en lo que respecta a la tecnología de ventilación y equipo eléctrico (comprobación con el PHPP para el edificio en su conjunto), tras consultar con el Certificador, el certificado puede actualizarse posteriormente para incluir todo el edificio.

**Caso 4 (a+b): las plantas bajas solo tienen un estándar básico de protección térmica porque aún se desconocen los requisitos de los usuarios posteriores, o debido a requisitos no negociables de un usuario conocido**

- La certificación solo aplicará a las plantas superiores (sin las plantas bajas), y esto se indicará en el certificado.
- Las plantas superiores deben cumplir los criterios Passivhaus / EnerPHit (comprobación con PHPP). Debe haber un límite claramente definido entre las dos zonas que represente al mismo tiempo la capa de hermeticidad. En cuanto a las pérdidas de calor, las losas de entresuelo o forjados y muros adyacentes a las plantas bajas pueden introducirse en el PHPP como adiabáticos.
- Los requisitos de hermeticidad del edificio aplican para las plantas superiores (es decir, sin las plantas bajas).
- Deben prepararse planos generales (de diseño) para las plantas bajas con los que se pueda alcanzar el estándar Passivhaus / EnerPHit para todo el edificio. En principio, se debe planificar la posición de las capas de hermeticidad y de aislamiento, así como la conexión de estas capas con la planta superior. No se requiere de planos de ejecución detallados. Además, debe prepararse un cálculo PHPP por separado para las plantas bajas con valores generales para las ganancias internas de calor ( $3,5 \text{ W/m}^2$ ), la tasa de renovación de aire (0,4 veces), la eficiencia de recuperación de calor del sistema de ventilación (utilizar el valor medio de las plantas superiores) y la hermeticidad (Passivhaus:  $n_{50} = 0,6 \text{ 1/h}$ ; EnerPHit:  $n_{50} = 1,0 \text{ 1/h}$ ). La media ponderada por las superficies de las plantas bajas y las plantas superiores también debe cumplir los criterios de Passivhaus / EnerPHit para la demanda de calefacción y refrigeración.
- La calefacción de la planta superior adyacente debe estar adecuadamente dimensionada para garantizar temperaturas de confort incluso si las plantas bajas están desocupadas y sin calefacción. Si no puede descartarse que prevalecerán temperaturas más bajas en las plantas bajas durante periodos de tiempo prolongados, la losa de entresuelo o forjado entre la planta baja y la planta superior adyacente debe estar tan bien aislada que sea poco probable que el confort térmico se vea afectado, que se produzcan daños estructurales, y que los costes de calefacción sean considerablemente superiores a los de las demás plantas. Como alternativa, se puede garantizar que se mantendrá una temperatura mínima en las plantas bajas si están desocupadas.
- Si el futuro usuario del edificio en las plantas bajas cumple los criterios Passivhaus en lo que respecta a la tecnología de ventilación y equipo eléctrico (comprobación con el PHPP para el edificio en su conjunto), tras consultar con el Certificador, el certificado puede actualizarse posteriormente para incluir todo el edificio.

#### 4.1.4 Confort térmico: compensación de temperaturas superficiales interiores excesivamente bajas

Cuando se utilizan componentes Passivhaus típicos, el estándar mínimo de protección térmica (véase la sección 2.4.4) y por lo tanto, el nivel de confort térmico ya se cumple para las ventanas y puertas en la mayoría de los casos. Una solución menos deseable es compensar las bajas temperaturas mediante emisores de calor o calefacción por aire, si no se dispone de ventanas con una calidad térmica adecuada o no se permite su instalación por razones de conservación de edificios históricos.

##### Compensación de las bajas temperaturas mediante emisores de calor

- Si la compensación de las bajas temperaturas se realiza mediante emisores de calor (por ejemplo, radiadores, calefacción en pared/suelo radiante, calefacción por zócalo), éstos se deben poder controlar individualmente y deben estar siempre disponibles durante el periodo de calefacción; por ejemplo, también cuando no se necesite la calefacción en el resto del edificio.
  - Los emisores de calor colocados a los lados de las ventanas solo se pueden tener en cuenta si están a menos de 60 cm de la ventana. Los emisores de calor situados debajo de la ventana deben preverse en el caso de ventanas con una anchura total (hueco de albañilería) mayor a 1,60 m.
- La **capacidad de calentamiento de los emisores de calor** debe compensar las bajas temperaturas causadas por la ventana. Esto se puede demostrar de dos maneras:
  - **Método 1:** sin evidencia adicional específica para el clima, las capacidades de calefacción de la siguiente tabla son suficientes.

**Tabla 8: capacidades del emisor de calor para compensar la baja temperatura en la ventana (puede utilizarse la interpolación lineal)**

$U_{W, instalada} - U_{criterio}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Capacidad de calentamiento por m <sup>2</sup> de superficie de ventana [W/m <sup>2</sup> ]
0,1	5
0,2	10
0,5	25
1,0	50

- **Método 2:** evidencia de al menos la siguiente capacidad:

$$(U_{W, instalada} - U_{criterio}) * \Delta T * A_{ventana}$$

Donde:

$\Delta T$ : 22 °C -  $\Theta_e$  en donde  $\Theta_e$ : temperatura exterior para el criterio de confort térmico (hoja de cálculo "Ventanas")

$U_{W, instalada}$ : valor-U de la ventana instalada

$U_{criterio}$ : requisito para el valor-U según el clima para una ventana de cualquier tamaño (en la hoja de cálculo "Comprobación" del PHPP, sección "Protección térmica mínima")

$A_{ventana}$ : superficie de la ventana (dimensiones del hueco de albañilería / vano en la pared)

- **Consideración en el balance energético (PHPP):** si el factor EP/PER de los emisores de calor para la compensación es menos eficiente que el del sistema principal de calefacción del edificio, esto debe tenerse en cuenta en la hoja de cálculo "PER" a través del margen de contribución (energía útil) para la calefacción.

- La energía útil [kWh/(m<sup>2</sup>a)] de los emisores de calor para la compensación se calcula de la siguiente manera:

$$(U_{W, instalada} - U_{criterio}) * HDD * A_{ventana}$$

Donde:

HDD (grados día de calefacción) =  $(\Theta_i - \Theta_a) * \Delta t$  en [KKh/a]

$\Theta_i$  es la temperatura interior de diseño (normalmente 20°C, véase la hoja de cálculo "Comprobación" del PHPP).

$\Theta_a$  es la temperatura media mensual del aire exterior (hoja de cálculo "Clima")

$\Delta t$  es la duración del mes: siempre se debe tener en cuenta el mes más frío, el resto de los meses solo se deben tener en cuenta si  $\Theta_a < 22 \text{ °C} - 4,2 \text{ K} / (0,13 \text{ m}^2\text{K/W} * U_{W, instalada})$

### Confort térmico: compensación de bajas temperaturas mediante calefacción por aire

- La compensación de un valor-U mayor mediante calefacción por aire es posible si la salida de aire se sitúa a una distancia menor a 1 m de la ventana y dirigida hacia la ventana.
- En esta situación, las pérdidas de calor a través de la ventana aumentarán considerablemente porque el cristal interior se calienta por encima de su temperatura normal. Esto se debe calcular en la eficiencia del sistema de calefacción. Si se parte de la hipótesis simplificada y pesimista de que la calefacción por aire calienta la superficie interior de la ventana sin producir cambios en la resistencia térmica superficial interior  $R_{si}$ , se obtendrá el factor con el que se debe multiplicar la eficiencia del sistema de calefacción en la hoja de cálculo "PER", de la siguiente manera:

- $1 - R_{si} * U$

Donde:

$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$

U: es el valor-U medio de la ventana.

