

Criterios para los Estándares Casa Pasiva, EnerPHit y PHI Edificio de baja demanda energética

Contenidos

1	Introducción.....	3
1.1	Estructura de los criterios	3
1.2	Cambios de los criterios de certificación en la presente versión.....	3
1.3	Entrada en vigor	4
2	Criterios	5
2.1	Estándar Casa Pasiva	5
2.2	Estándar EnerPHit	7
	Excepciones para EnerPHit	11
2.3	PHI Edificio de baja demanda energética	12
2.4	Criterios generales mínimos para todos los estándares	13
2.4.1	Frecuencia de sobrecalentamiento	13
2.4.2	Frecuencia de humedad excesivamente alta	13
2.4.3	Protección térmica mínima	13
2.4.4	Satisfacción de los ocupantes	14
2.5	Condiciones de contorno para el cálculo con PHPP	16
3	Reglamentos técnicos para la certificación del edificio	19
3.1	Proceso de evaluación	19
3.2	Documentos a presentar	21
3.2.1	Programa de Planificación Passivhaus (PHPP)	21
3.2.2	Documentos de planificación para la arquitectura.....	22
3.2.3	Aspectos generales y detalles de conexión.....	22
3.2.4	Ventanas y puertas	23
3.2.5	Ventilación.....	23
3.2.6	Calefacción/refrigeración (si existe), agua caliente sanitaria y aguas residuales	24
3.2.7	Aparatos eléctricos e iluminación	24
3.2.8	Energía renovable	24
3.2.9	Hermeticidad de la envolvente	25
3.2.10	Comprobación detección y sellado de infiltraciones durante el ensayo de presión (sólo para EnerPHit y pre-certificación).....	26
3.2.11	Fotografías.....	26
3.2.12	Excepciones (sólo para EnerPHit).....	26
3.2.13	Cálculo de la viabilidad económica (sólo para EnerPHit)	27
3.2.14	Verificación de los requisitos mínimos generales (según la sección 2.3)	27
3.2.15	Declaración del director de obra.....	28
3.3	Pre-certificación para rehabilitaciones paso a paso.....	28
3.3.1	Procedimiento para la pre-certificación	28
3.3.2	Orden de rehabilitación	29
3.3.3	Protección frente a la humedad: requisitos para estados intermedios	29
3.3.4	Documentos a presentar para la pre-certificación	29

1 Introducción

1.1 Estructura de los criterios

El presente documento contiene los criterios completos de los estándares energéticos para los edificios definidos por el Passive House Institute (PHI). Los criterios específicos para los tres estándares se especifican en los tres primeros apartados de la sección 2 "Criterios". Los requisitos de la sección 2.4 "Criterios generales mínimos para todos los estándares" deben cumplirse independientemente del estándar energético seleccionado. El cumplimiento de los criterios establecidos debe comprobarse mediante la utilización del Programa de Planificación Passivhaus (PHPP) con la aplicación de 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 Passive House Institute o uno de los certificadores acreditados por el PHI, la evaluación se llevará a cabo de conformidad con la sección 3 "Reglamentos técnicos para la certificación del edificio". Los documentos a ser presentados en el proceso de certificación se enumeran en la sección 3.2 "Documentos a presentar".

1.2 Cambios de los criterios de certificación en la presente versión

Anteriormente había tres documentos separados con los criterios del Estándar Casa Pasiva para edificios de uso residencial, para edificios de uso no residencial y el Estándar EnerPHit para rehabilitaciones. Éstos ahora se han combinado en un solo documento y se ha completado con los criterios para el nuevo Estándar PHI Edificio de baja demanda energética. Ya no existen documentos separados para edificios residenciales y no residenciales.

Los criterios han sido ampliados con respecto a los siguientes aspectos:

- Ha sido integrado un nuevo procedimiento de evaluación basado en la Energía Primaria Renovable (PER) que fue desarrollado recientemente por el Passive House Institute. Para el Estándar Casa Pasiva y/o Estándar EnerPHit, ahora se puede lograr, en función de la demanda de PER y la energía renovable generada, una de las tres clases: Classic, Plus y Premium. El requisito de la demanda PER sustituye el requisito previo de la demanda de energía primaria no renovable (EP). Sin embargo, se puede continuar utilizando el antiguo método basado en la EP en paralelo durante una fase de transición (sólo para las categorías Casa Pasiva Classic y PHI Edificio de baja demanda energética).
- Los criterios del Estándar EnerPHit para la rehabilitación de edificios existentes utilizando componentes Passivhaus, antes eran sólo válidos para el clima templado-frío. Ahora son aplicables en todo el mundo. Los requerimientos conforman una clasificación en siete zonas climáticas.
- La restricción previa a un clima templado-frío deja de aplicarse también para el caso de edificios que cumplan con el Estándar Casa Pasiva de uso no residencial.

Además, estos criterios han sido completamente revisados y reestructurados con el fin de hacerlos más claros y comprensibles. El documento externo anterior en relación con los llamados "criterios

blandos" ya no se aplica. Precisamente, estos criterios se han definido e integrado en los criterios actuales.

1.3 Entrada en vigor

La presente actualización de los criterios entra en vigor con la publicación de la versión 9 del Programa de Planificación Passivhaus (PHPP). Su versión en español ha sido publicada el 26 de noviembre de 2015. El resto de las traducciones de PHPP serán publicadas subsecuentemente. Esta nueva versión de los criterios entra en efecto más tarde para los usuarios de dichas traducciones.

2 Criterios

2.1 Estándar Casa Pasiva

Las Casas Pasivas se caracterizan por un nivel especialmente alto de confort térmico con un consumo mínimo de energía. En general, el Estándar Casa Pasiva proporciona una excelente rentabilidad particularmente en el caso de edificios de nueva planta. Las categorías Casa Pasiva Classic, Plus o Premium pueden ser alcanzadas en función de la demanda de energía primaria renovable (PER) y de la generación de energía renovable.

Tabla 1 Criterios Casa Pasiva

			Criterios ¹			Criterios alternativos ²
Calefacción						
Demanda de calefacción	[kWh/(m ² a)]	≤	15			-
Carga de calefacción ³	[W/m ²]	≤	-			10
Refrigeración						
Demanda refrigeración + deshum.	[kWh/(m ² a)]	≤	15 + contribución deshumidificación ⁴			valor límite variable ⁵
Carga de refrigeración ⁶	[W/m ²]	≤	-			10
Hermeticidad						
Resultado ensayo de presión n ₅₀	[1/h]	≤	0,6			
Energía Primaria Renovable (PER)⁷						
			Classic	Plus	Premium	
Demanda PER ⁸	[kWh/(m ² a)]	≤	60	45	30	±15 kWh/(m ² a) desviación respecto a los criterios... ...con compensación de la desviación mostrada arriba mediante diferentes valores de generación
Generación de energía renovable ⁹ (con referencia a la huella proyectada del edificio)	[kWh/(m ² a)]	≥	-	60	120	

¹ Los criterios y los criterios alternativos se aplican para todos los climas del mundo. El área de referencia para todos los valores límite es la superficie de referencia energética (SRE), calculada de acuerdo con la última versión del manual del PHPP (excepciones: la generación de energía renovable se referencia a la superficie del edificio en contacto con el terreno, y la hermeticidad del aire con referencia al volumen de aire neto).

² Dos criterios alternativos que están encerrados por una doble línea conjuntamente, pueden sustituir a los dos criterios adyacentes a la izquierda que también se remarcan con una doble línea.

³ La carga de calefacción en estado estacionario calculada en el PHPP es aplicable. Las cargas para calentar el espacio después de periodos en que la temperatura ha bajado no se tienen en cuenta.

⁴ Valor límite variable para la fracción de deshumidificación sujeto a los datos climáticos, a la tasa de renovación de aire necesario y a las cargas de humedad internas (cálculos en el PHPP).

⁵ Valor límite variable para la demanda de refrigeración sensible y deshumidificación sujeto a los datos climáticos, a la tasa de renovación de aire necesario y a las cargas de calor y de humedad internas (cálculos en el PHPP).

⁶ La carga de refrigeración en estado estacionario calculada en el PHPP es aplicable. En el caso de las ganancias internas de calor mayores que 2,1 W/m², el valor límite se incrementará en la diferencia entre las ganancias internas de calor reales y 2,1 W/m².

⁷ Los requisitos para la demanda de PER y la generación de energía renovable se introdujeron por primera vez en 2015. Como alternativa a estos dos criterios, se puede comprobar según el Estándar Casa Pasiva Classic que sigue siendo aceptado durante la fase de transición mediante el cumplimiento del requisito previo para la demanda de energía primaria no renovable (EP) de $Q_{EP} \leq 120 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$. El PHI podría especificar otros valores nacionales basados en factores de energía primaria nacionales. El método de verificación deseado se puede seleccionar en el PHPP en la hoja de cálculo "Comprobación". El perfil 1 para el factor de energía primaria debería ser utilizado en el PHPP.

⁸ Se incluye la energía para calefacción, refrigeración, deshumidificación, agua caliente sanitaria, iluminación, electricidad auxiliar y electrodomésticos. El valor límite se aplica a los edificios residenciales y a edificios educativos y administrativos característicos. En el caso de usos que se desvían de estos, si se produce una demanda extremadamente alta de electricidad, entonces el valor límite también puede excederse previa consulta con el Passive House Institute. Para ello, es necesario demostrar un uso eficiente de la energía eléctrica, con la excepción de los usos de electricidad existentes para los cuales la mejora de la eficiencia eléctrica en la rehabilitación o renovación resultaría poco rentable durante el ciclo de vida.

⁹ Las plantas de generación de energía renovable que no están conectadas al edificio espacialmente también pueden ser tomadas en cuenta (excepto por el uso de biomasa, plantas de deshecho-a-energía y energía geotérmica). Sólo los sistemas nuevos pueden ser incluidos (por ejemplo sistemas que no comienzan su operación antes del comienzo de la construcción del edificio) los cuales pertenecen al propietario del edificio o a los usuarios (a largo plazo, primera adquisición).

2.2 Estándar EnerPHit

Por varias razones, en los edificios antiguos normalmente es más difícil alcanzar el Estándar Casa Pasiva con un esfuerzo razonable. Llevar a cabo una rehabilitación hasta el Estándar EnerPHit empleando componentes Passivhaus en los elementos estructurales relevantes de los edificios nos lleva a mejoras considerables en relación con el confort térmico, la durabilidad de la estructura, la rentabilidad y las necesidades energéticas.

El Estándar EnerPHit puede lograrse mediante el cumplimiento de los criterios del método de componentes (Tabla 2) o, alternativamente, mediante el cumplimiento de los criterios del método de la demanda energética (Tabla 3). Sólo los criterios de uno de estos dos métodos se deben cumplir. La zona climática utilizada para la ubicación del edificio, se determina automáticamente a partir de los datos climáticos elegidos en el Programa de Planificación Passivhaus (PHPP).

Como regla general, los criterios mencionados en la Tabla 2 se corresponden con los criterios para la certificación de componentes Passivhaus¹. Los criterios deben cumplirse al menos en un valor promedio² para todo el edificio. Un valor más alto es permisible en ciertas áreas, siempre y cuando esto se compense por medio de una mejor protección térmica en otras.

Además de los criterios de la Tabla 2 o Tabla 3, los criterios generales de la Tabla 4 siempre se deben cumplir. Las categorías EnerPHit Classic, Plus o Premium pueden lograrse dependiendo de la demanda de energía primaria renovable (PER) y de la generación de energía renovable.

¹ Los criterios para componentes certificados Passivhaus y los datos técnicos de todos los componentes certificados se pueden encontrar en la página web del Passive House Institute (www.passivehouse.com).

² Nota: Al calcular valores promedio para todos los elementos constructivos con aislamiento, se calcula mediante el promedio del valor-U de las áreas y no el promedio del espesor del aislamiento térmico. Los puentes térmicos sólo deben tenerse en cuenta para el cálculo del valor promedio si son parte de la estructura estándar del elemento constructivo. Para sistemas de ventilación múltiple, el valor promedio se pondera con referencia al caudal de cada sistema.

Tabla 2 Certificación EnerPHit en base a los requisitos de componentes individuales del edificio

Zona climática de acuerdo al PHPP	Envolvente opaca ¹ respecto al...				Ventanas (incluyendo puertas exteriores)			Ventilación			
	...terreno	...aire exterior			En conjunto ⁴					Carga solar ⁶	
	Aislamiento	Aislam. exterior	Aislam. interior ²	Pintura exterior ³	Coeficiente de transmitancia térmica máxima (valor-U) ($U_{P/V, instalada}$)			Carga solar específica máxima durante el periodo de refrigeración	Índice recup. de calor mínimo ⁷		Índice recup. de humedad mínimo ⁸
	Coeficiente de transmitancia térmica máximo (valor-U)				Cool colours	[W/(m ² K)]				%	
Polar		0,09	0,25	-	0,45	0,50	0,60	$U_g - g^*0,7 \leq 0$	100	80%	-
Frío		0,12	0,30	-	0,65	0,70	0,80	$U_g - g^*1,0 \leq 0$		80%	-
Frío - templado	Determinado específicamente en el PHPP para cada proyecto mediante los grados-día para calefacción y refrigeración respecto al terreno.	0,15	0,35	-	0,85	1,00	1,10	$U_g - g^*1,6 \leq 0$		75%	-
Cálido - templado		0,30	0,50	-	1,05	1,10	1,20	$U_g - g^*2,8 \leq -1$		75%	-
Cálido		0,50	0,75	-	1,25	1,30	1,40	-		-	-
Caluroso		0,50	0,75	sí	1,25	1,30	1,40	-		-	60 % (climas húmedos)
Muy caluroso		0,25	0,45	sí	1,05	1,10	1,20	-	-	60 % (climas húmedos)	

¹ Envlovente opaca del edificio

Si se tiene en cuenta la resistencia a la transferencia de calor (valor-R) de los elementos de edificios existentes para la mejora de los coeficientes de transmitancia térmica (valor-U) de los nuevos productos de construcción, esto se debe demostrar de acuerdo a los estándares técnicos aprobados. Es suficiente con adoptar una aproximación conservadora de la conductividad térmica de los materiales de construcción existentes en el edificio a partir de tablas de referencia adecuadas. Si los sistemas constructivos de los edificios existentes no se pueden identificar claramente, se estiman valores en concordancia al año de construcción, tomados de catálogos de componentes apropiados (por ejemplo, "EnerPHit-Planerhandbuch", PHI 2012, disponible sólo en alemán) pueden ser usados siempre que éstos sean comparables con el componente en cuestión. En rehabilitaciones de edificios existentes, no siempre es posible eliminar en gran medida los efectos de los puentes térmicos con un esfuerzo justificable, como es necesario para las construcciones nuevas. No obstante, los efectos de los puentes térmicos deben ser evitados o minimizados tanto como sea posible al mismo tiempo que se garantiza la rentabilidad. Los puentes térmicos que forman parte del sistema constructivo, por ejemplo uniones en muros, deben ser tenidos en cuenta en la evaluación del coeficiente de transmisión de calor de esta construcción.

² Aislamiento interior

Una razón importante para los menores requerimientos de aislamiento interior (en comparación con aislamiento exterior) es que se reduce el área útil. Por lo tanto, en principio, sólo en las paredes exteriores se contempla aislamiento por el interior (en su caso), pero no en los techos, techos de sótanos y losas de piso.

³ Color exterior

"Cool colors": definido como pintura para exteriores que tienen un bajo coeficiente de absorción en la parte infrarroja del espectro solar.

Este criterio es definido mediante el índice de reflectancia solar (SRI), que es calculado a partir de la absorptividad y emisividad en el PHPP en concordancia con la norma internacional ASTM E1980-11.

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

Cubiertas inclinadas y paredes (inclinación $> 10^\circ$ and $< 120^\circ$): SRI ≥ 50

Deben utilizarse los valores medidos de las zonas expuestas a la intemperie durante al menos 3 años. Si los valores medidos sólo están disponibles para el estado reformado, entonces la absorptividad debería ser convertida utilizando el cálculo auxiliar en el PHPP en la hoja de trabajo "Superficies" dispuesta para ello. Para simplificar, la emisividad se puede mantener como es.

En los siguientes casos, este criterio no debe ser cumplido:

superficies "verdes"; áreas que se cubren con colectores solares ventilados por la parte trasera del colector o paneles

fotovoltaicos (incluyendo la distancia requerida entre los paneles); penetraciones en la construcción de los componentes y los equipos asociados; (techo) terrazas accesibles o caminos; áreas que están fuertemente sombreadas o no están orientadas al sol.

Otras medidas también pueden emprenderse como alternativa a la utilización de los "cool colors" (por ejemplo, aumentar el espesor de aislamiento más allá del criterio aplicable para el componente de edificio), si esto no aumenta la demanda general de refrigeración en comparación con el uso de "cool colors".

4 La ventana, en general

Las ilustraciones muestran la inclinación respectiva de la ventana instalada. En cada caso se aplicará el criterio para la inclinación de los componentes que más se aproxime a la inclinación real de la ventana. No habrá interpolación entre dos criterios. Sin embargo, ya que el valor-U del acristalamiento varía con la inclinación debido a procesos físicos, el valor-U U_g del vidrio se debe establecer para la ventana según corresponda a la inclinación real. En el caso de pequeñas ventanas por encima de un ratio medio de 3 m/m² de longitud del marco en relación con el área de la ventana, el valor límite mencionado en la tabla se incrementa constantemente. El valor límite a ser aplicado es calculado automáticamente, y se muestra en el PHPP en la hoja de trabajo "Comprobación" de acuerdo con la siguiente fórmula:

Adición al valor límite [W/m²K]: $(l/A-3)/20$

l: longitud del marco de la ventana

A: área de la ventana

5 Acristalamiento

El valor límite solo aplica para edificios con calefacción activa cuya demanda de calefacción es mayor a 15 kWh/(m²a)

6 Carga solar

El valor límite sólo se aplica para edificios con refrigeración activa con una demanda de refrigeración sensible mayor a 15 kWh/(m²a). Se refiere a la radiación solar que entra en el edificio por m² de superficie de acristalamiento después de tomar en cuenta todos los factores de reducción debido a la sombra, etc., y debe cumplirse para el valor medio de todas las ventanas idénticamente alineadas. Si se supera el valor límite, entonces se deben tomar las medidas adecuadas para reducir la carga solar hasta el punto donde el valor límite pueda ser alcanzado nuevamente. Estos incluyen elementos de sombreado móvil, voladizos y acristalamiento anti-sol (este último sólo en climas puramente de refrigeración).

7 Ventilación, eficiencia de recuperación de calor mínima

El criterio de recuperación de calor debe cumplirse más allá de los criterios para los componentes certificados Passivhaus, para el sistema completo de ventilación, es decir, incluyendo también las pérdidas de calor de los conductos calientes localizados en espacios fríos y los conductos fríos localizados en espacios calefactados.

8 Eficiencia de recuperación de humedad mínima

Un "clima húmedo" prevalece con unos grados-hora secos para deshumidificación ≥ 15 kWh (basado en una temperatura del punto de rocío de 17°C). Esto se determina automáticamente en el PHPP.

Tabla 3 Certificación en base al requisito de demanda de calefacción (como alternativa a Tabla 2)

Zona climática de acuerdo al PHPP	Calefacción	Refrigeración
	Demanda de calefacción máxima	Demanda de refrigeración + deshumidificación máxima
	[kWh/(m²a)]	[kWh/(m²a)]
Polar	35	igual al requerimiento para Casa Pasiva
Frío	30	
Frío - templado	25	
Cálido - templado	20	
Cálido	15	
Caluroso	-	
Muy caluroso	-	

Tabla 4 Criterios generales EnerPHit (siempre aplicables, independientemente del método elegido)

			Criterios ¹			Criterios alternativos ²
Hermeticidad						
Resultado ensayo de presión n_{50}	[1/h]	≤	1,0			
Energía primaria renovable (PER)³			Classic	Plus	Premium	
Demanda PER ⁴	[kWh/(m²a)]	≤	$60 + (Q_H - Q_{H,PH}) \cdot f_{\emptyset PER,H} + (Q_C - Q_{C,PH}) \cdot 1/2$	$45 + (Q_H - Q_{H,PH}) + (Q_C - Q_{C,PH}) \cdot 1/2$	$30 + (Q_H - Q_{H,PH}) + (Q_C - Q_{C,PH}) \cdot 1/2$	±15 kWh/(m²a) desviación respecto a los criterios...
Generación de energía renovable (con referencia la huella proyectada del edificio) ⁵	[kWh/(m²a)]	≥	-	60	120	...con compensación de la desviación mostrada arriba mediante diferentes valores de generación

¹ Los criterios y los criterios alternativos se aplican para todos los climas del mundo. El área de referencia para todos los valores límite es la superficie de referencia energética (SRE), calculada de acuerdo con la última versión del manual del PHPP (excepciones: la generación de energía renovable se referencia a la superficie del edificio en contacto con el terreno, y la hermeticidad del aire con referencia al volumen de aire neto).

² Dos criterios alternativos que están encerrados por una doble línea conjuntamente, pueden sustituir a los dos criterios adyacentes a la izquierda que también se remarcan con una doble línea.

³ Los requisitos para la demanda de PER y la generación de energía renovable se introdujeron por primera vez en 2015. Como alternativa a estos dos criterios, se puede comprobar según el Estándar Casa Pasiva Classic que sigue siendo aceptado durante la fase de transición mediante el cumplimiento del requisito previo de la demanda de energía primaria no renovable: $Q_P \leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}) + (Q_H - 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})) \cdot 1.2 + Q_C - Q_C$, Criterio Casa Pasiva.

En la fórmula superior si los términos " $(Q_H - 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a}))$ " y " $Q_C - Q_C$, Criterio Casa Pasiva" son más pequeños que cero, entonces cero será adoptado como valor.

El PHI podría especificar otros valores nacionales en lugar del valor de referencia de 120 kWh/(m²a) basados en los factores nacionales de energía primaria. El método de verificación deseado se puede seleccionar en el PHPP en la hoja de trabajo "Comprobación". El perfil 1 para el factor de energía primaria debería ser utilizado en el PHPP.

⁴ Se incluye la energía para calefacción, refrigeración, deshumidificación, agua caliente sanitaria, iluminación, electricidad auxiliar y electrodomésticos. El valor límite se aplica a los edificios residenciales y a edificios educativos y administrativos característicos. En el caso de usos que se desvían de estos, si se produce una demanda extremadamente alta de electricidad, entonces el valor límite también puede excederse previa consulta con el Passive

House Institute. Para ello, es necesario demostrar un uso eficiente de la energía eléctrica, con la excepción de los usos de electricidad existentes para los cuales la mejora de la eficiencia eléctrica en la rehabilitación o renovación resultaría poco rentable durante el ciclo de vida.

Q_H : demanda de calefacción

$Q_{H,PH}$: criterio del Estándar Casa Pasiva para la demanda de calefacción

$f_{\text{PER, H}}$: media ponderada de los factores de PER del sistema de calefacción del edificio

Q_C : demanda de refrigeración (incluida deshumidificación)

$Q_{C,PH}$: criterio del Estándar Casa Pasiva para la demanda de refrigeración

Si los términos " $(Q_H - Q_{H,PH})$ " y " $(Q_C - Q_{C,PH})$ " son más pequeños que cero, un valor de cero se adoptará como valor.

⁵ Las plantas de generación de energía renovable que no están conectadas al edificio espacialmente también pueden ser tomadas en cuenta (excepto por el uso de biomasa, plantas de deshecho-a-energía y energía geotérmica). Sólo los sistemas nuevos pueden ser incluidos (por ejemplo sistemas que no comienzan su operación antes del comienzo de la construcción del edificio) los cuales pertenecen al propietario del edificio o a los usuarios (a largo plazo, primera adquisición).

Excepciones para EnerPHit

Los valores límite expuestos en la Tabla 2 para los coeficientes de transmisión de calor al exterior de los componentes del edificio, podrían superarse si es absolutamente necesario debido a una o más de las siguientes razones:

- Si se requiere por las autoridades de conservación de edificios históricos.
- Si la rentabilidad de una medida necesaria no está garantizada debido a circunstancias excepcionales o requisitos adicionales.
- En presencia de normas legales específicas.
- Si la aplicación de las medidas requeridas para el aislamiento térmico implicara una restricción inaceptable en la utilización del edificio o áreas exteriores adyacentes.
- Si existen requerimientos adicionales especiales (por ejemplo, seguridad en caso de incendio), y no hay componentes disponibles en el mercado que cumplan con los criterios EnerPHit.
- Si el coeficiente de transferencia de calor (valor-U) de las ventanas se incrementa debido a una alta transmitancia térmica (valor psi) de la instalación de la ventana sobre la capa de aislamiento en una pared que tiene aislamiento por el interior.
- Si una construcción sin patologías confiable es sólo posible con un espesor de aislamiento menor en el caso de aislamiento por el interior.
- En caso de existir otros motivos apremiantes relacionados con la construcción.

Si el espesor del aislamiento térmico está limitado debido a cualquiera de las razones mencionadas anteriormente y se aplica una excepción, entonces, el espesor de aislamiento que todavía es posible debe ser implementado con un material de aislamiento de alto rendimiento con una conductividad térmica $\lambda \leq 0,025 \text{ W/ (mK)}$ siempre y cuando esto se puede implementar de manera rentable y sin patologías (en el caso de aislamiento por el interior). En este caso, la aplicación adicional de una banda de aislamiento perimetral debería ser considerada en el caso de losas de piso y techos del sótano. La medida debería ser aplicada si es económicamente viable.

2.3 PHI Edificio de baja demanda energética

El Estándar PHI Edificio de baja demanda energética, es adecuado para edificios que no cumplan plenamente con los criterios del Estándar Casa Pasiva por diversas razones.

Tabla 5 Criterios PHI Edificio de baja demanda energética

			Criterios ¹	Criterios alternativos ²
Calefacción				
Demanda de calefacción [kWh/(m ² a)]	≤		30	
Refrigeración				
Demanda refrigeración + deshum. [kWh/(m ² a)]	≤		Requisito Casa Pasiva ³ + 15	
Hermeticidad				
Resultado ensayo de presión n ₅₀ [1/h]	≤		1,0	
Energía primaria renovable (PER)⁴				
Demanda PER ⁵ [kWh/(m ² a)]	≤		75	Se permite exceder hasta +15 kWh/(m ² a)con compensación de la desviación mostrada arriba mediante diferentes valores de generación
Generación de energía renovable ⁶ (con referencia a la huella proyectada del edificio) [kWh/(m ² a)]	≥		-	

¹ Los criterios y los criterios alternativos se aplican para todos los climas del mundo. El área de referencia para todos los valores límite es la superficie de referencia energética (SRE), calculada de acuerdo con la última versión del manual del PHPP (excepciones: la generación de energía renovable se referencia a la superficie del edificio en contacto con el terreno, y la hermeticidad del aire con referencia al volumen de aire neto).

² Dos criterios alternativos que están encerrados por una doble línea conjuntamente, pueden sustituir a los dos criterios adyacentes a la izquierda que también se remarcan con una doble línea.

³ Los requisitos para la demanda de PER y la generación de energía renovable se introdujeron por primera vez en 2015. Como alternativa a estos dos criterios, se puede comprobar según el estándar PHI Edificio de baja demanda energética que sigue siendo aceptado durante la fase de transición mediante el cumplimiento del requisito previo para la demanda de energía primaria no renovable (EP) de $Q_{EP} \leq 120 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$. El método de verificación deseado se puede seleccionar en el PHPP en la hoja de trabajo "Comprobación". El perfil 1 para el factor de energía primaria debe ser utilizado en el PHPP por defecto a menos que el PHI haya especificado otros valores nacionales.

⁴ Los requisitos para la demanda de PER y la generación de energía renovable se introdujeron por primera vez en 2015. Como alternativa a estos dos criterios, la justificación para PHI Edificio de baja demanda energética se puede aportar en una fase de transición mediante la justificación del cumplimiento con el requerimiento para la demanda de energía primaria no renovable (PE) de $Q_{EP} \leq 120 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$. El PHI podría especificar otros valores nacionales basados en los factores nacionales de energía primaria. El método de verificación deseado se puede seleccionar en el PHPP en la hoja de trabajo "Comprobación". El perfil 1 para el factor de energía primaria debería ser utilizado en el PHPP.

⁵ Se incluye la energía para calefacción, refrigeración, deshumidificación, agua caliente sanitaria, iluminación, electricidad auxiliar y electrodomésticos. El valor límite se aplica a los edificios residenciales y a edificios educativos y administrativos característicos. En el caso de usos que se desvían de estos, si se produce una demanda extremadamente alta de electricidad, entonces el valor límite también puede excederse previa consulta con el Passive House Institute. Para ello, es necesario demostrar un uso eficiente de la energía eléctrica, con la excepción de los usos de electricidad existentes para los cuales la mejora de la eficiencia eléctrica en la rehabilitación o renovación resultaría poco rentable durante el ciclo de vida.

⁶ Las plantas de generación de energía renovable que no están conectadas al edificio espacialmente también pueden ser tomadas en cuenta (excepto por el uso de biomasa, plantas de deshecho-a-energía y energía geotérmica). Sólo los sistemas nuevos pueden ser incluidos (por ejemplo sistemas que no comienzan su operación antes del comienzo de la construcción del edificio) los cuales pertenecen al propietario del edificio o a los usuarios (a largo plazo, primera adquisición).

2.4 Criterios generales mínimos para todos los estándares

Además de por su alta eficiencia energética, un edificio que cumpla con el Estándar Casa Pasiva se caracteriza por el alto grado de bienestar de sus usuarios gracias a las condiciones óptimas de confort térmico y por su construcción sin patologías debidas a condensaciones. Para garantizar esto, los criterios mínimos que se mencionan abajo también se deben cumplir conjuntamente con los criterios establecidos en la sección 2.1 “Estándar Casa Pasiva” a la sección 2.3 “PHI Edificio de baja demanda energética”. Con la excepción del confort térmico, estos requisitos se aplican también para PHI Edificio de baja demanda energética.

2.4.1 Frecuencia de sobrecalentamiento

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

- sin refrigeración activa: $\leq 10 \%$
- con refrigeración activa: el sistema de refrigeración debe estar dimensionado adecuadamente

2.4.2 Frecuencia de humedad excesivamente alta

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

- sin refrigeración activa: $\leq 20 \%$
- con refrigeración activa: $\leq 10 \%$

2.4.3 Protección térmica mínima

En general, el nivel mínimo de protección térmica está cubierto por criterios mucho más estrictos mencionados en las secciones 2.1 a 2.3. Por lo tanto, los siguientes criterios mínimos no se necesitan considerar de modo separado, si se usan componentes típicos Passivhaus. Si la construcción del componente no cumple con los requisitos de confort térmicos en casos individuales, aparece un signo de advertencia junto a él en el PHPP (no hay advertencia para los requisitos de protección frente a la humedad en PHPP).

Los criterios para el nivel mínimo de protección térmica se aplican siempre independientemente de la norma de energía y se deben cumplir incluso en las excepciones EnerPHit. Estos se aplican para cada componente del edificio individualmente (por ejemplo, muros, ventanas, detalles de uniones). No es admisible un promedio de diferentes componentes como prueba del cumplimiento del criterio. A diferencia de esto, los criterios de confort térmico no se aplican para los PHI Edificios de baja demanda energética. Sin embargo, los criterios de protección frente a la humedad si son de aplicación también para este estándar.

Confort térmico

Desde la **zona climática ártica hasta la cálida-templada**, las temperaturas superficiales interiores de las secciones estándar de muros y techos así como el promedio de la temperatura superficial interior de ventanas no puede ser mayor que 4,2 K por debajo de la temperatura interior operativa. La temperatura superficial del suelo no puede bajar de 19 °C. Los requisitos se comprobarán en PHPP con una temperatura interior de 22 °C y una temperatura exterior mínima tomada del conjunto de datos climáticos para la ubicación del edificio. Para elementos constructivos en contacto con el sótano o terreno los requisitos para el valor-U serán divididos entre el factor de reducción f_T (“factor de reducción del terreno” en la

hoja "Terreno" del PHPP). Para ventanas pequeñas el requisito se será mitigado por una suma al valor límite en función del tamaño de la ventana.

Desde la **zona climática cálida hasta la muy calurosa** los valores-U de componentes de techos no pueden ser mayores que los requisitos de componentes EnerPHit para ventanas de la misma inclinación. No hay requisitos de confort térmico para paredes y suelos en estas zonas climáticas.

Adicionalmente, las siguientes excepciones a los requisitos de confort térmico se aplican:

- Los valores límite no se aplican a las zonas que no son adyacentes a las salas de utilización prolongada por personas y tampoco a las áreas separadas de menos de 1 m².
- Es admisible exceder el valor límite en el caso de las ventanas y puertas si las bajas temperaturas que se producen en el interior son compensadas por medio de elementos de calefacción, siempre que existan dudas relacionadas con el confort térmico
- Desde la zona climática cálida hasta la muy calurosa, no se aplicarán los requerimientos si el componente de construcción está sombreado en el exterior, en gran medida.

Alternativamente, se considerará que los criterios de confort térmico se han cumplido si se proporciona evidencia de las condiciones de confort en conformidad con la norma DIN EN ISO 7730.

Protección contra la humedad

Además del requisito de la temperatura de la superficie interior del componente de construcción ($f_{Rsi} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$) mencionado en la Tabla 6, todas las secciones transversales y los detalles de conexión también deben ser planificados y ejecutados de manera que la acumulación de humedad excesiva en los elementos constructivos y sistemas, pueda ser eliminado con el uso previsto del edificio.

Tabla 6 Criterios para la protección térmica mínima

Zona climática de acuerdo al PHPP	Factor de temperatura mínimo
	$f_{Rsi=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}}$
	∅
Polar	0,80
Frío	0,75
Frío - templado	0,70
Cálido - templado	0,65
Cálido	0,55
Caluroso	-
Muy caluroso	-

2.4.4 Satisfacción de los ocupantes

En casos justificados es posible presentar excepciones a los requerimientos enlistados abajo siempre y cuando la satisfacción de los usuarios no se vea afectada.

- Todas las estancias con ocupación prolongada deben disponer de al menos una ventana que se pueda abrir.
- El usuario debe tener la posibilidad de manejar la iluminación y elementos de sombreado temporales. Se debe dar prioridad a los controles operados por el usuario por encima de cualquier regulación automática.
- En caso de que exista calefacción o refrigeración activa, debe ser posible para los usuarios el regular la temperatura interior para cada unidad de uso.

- La tecnología para la calefacción o el aire acondicionado debe estar dimensionada adecuadamente para asegurar las temperaturas especificadas para la calefacción y refrigeración bajo las condiciones esperadas.

- Sistema de ventilación:
 - Control

La tasa del caudal de ventilación debe ser ajustable para la demanda real. En los edificios residenciales el caudal de aire debe ser ajustable por el usuario para cada unidad de vivienda (se recomiendan tres niveles: volumen de aire estándar / volumen de aire estándar + 30% / volumen de aire estándar -30%).
 - Ventilación en todas las estancias

Todas las habitaciones dentro de la envolvente térmica del edificio deben estar directa o indirectamente (transferencia de aire) ventiladas con un caudal de aire suficiente. Esto también se aplica para habitaciones que no son utilizadas continuamente por personas siempre y cuando la ventilación mecánica de esas habitaciones no implique un gasto desproporcionadamente alto.

- Humedad relativa excesivamente baja en el interior

Si en el PHPP se muestra que la humedad relativa del aire interior es inferior al 30% en uno o varios meses, deben tomarse medidas efectivas (por ejemplo, recuperación de humedad, humidificadores de aire, control automático según la demanda (zona), ventilación extendida en cascada, o una monitorización de la humedad relativa del aire real con la opción de las medidas subsecuentes).

- Nivel de ruido

El sistema de ventilación no debe generar ruido en las áreas con ocupación prolongada. Los valores recomendados para los niveles de ruido son:

 - ≤ 25 db(A): estancias con impulsión de aire en edificios residenciales, y dormitorios y habitaciones de ocio en edificios no residenciales.
 - ≤ 30 db(A): estancias en edificios no residenciales (excepto para dormitorios y habitaciones de relajación) y estancias con extracción de aire en edificios residenciales.

- Corrientes de aire

El Sistema de ventilación no debe causar corrientes de aire molestas.

2.5 Condiciones de contorno para el cálculo con PHPP

Para verificar los criterios mediante el Programa de Planificación Passivhaus (PHPP), se deben cumplir las siguientes condiciones de contorno:

Zonificación

La completa envolvente aislada y hermética del edificio debe ser tenida en cuenta para el cálculo de los valores específicos, por ejemplo en una fila de casas adosadas, en un bloque de apartamentos o edificio de oficinas con varias unidades conectadas térmicamente. Esto se puede comprobar a través de un cálculo global. Si todas las zonas tienen la misma temperatura de consigna, entonces podría realizarse una media ponderada basada en la SRE a partir de los cálculos individuales del PHPP de las diferentes sub-zonas. No se admite la agrupación de edificios que estén térmicamente separados. Los edificios que estén adyacentes a otros edificios (por ejemplo los desarrollos continuos perimetrales de un bloque, casas adosadas, ampliaciones de edificios existentes) deben incluir al menos un muro exterior, una cubierta y una superficie en contacto con el terreno y/o con el techo de sótano para que sean aptos para obtener una certificación por separado. No se permite excluir partes de un edificio (por ejemplo una o varias plantas, o partes de las plantas) del balance de energía.

Ganancias internas de calor

El PHPP contiene valores estándar para las ganancias internas de calor para los diferentes tipos de uso. Esos tienen que ser utilizados a menos que el PHI haya especificado otros valores (por ejemplo, valores nacionales). El cálculo con otros valores de cargas internas de calor solo está permitido si puede demostrarse que el uso real diferirá considerablemente del uso en el cual los valores por defecto están basados.

Ganancias internas de humedad

Valor medio sobre todas las horas anuales (también fuera del período de uso):
edificios residenciales: $100 \text{ g}/(\text{persona} \cdot \text{h})$
edificios no residenciales sin fuentes significativas de humedad más allá de la humedad liberada por personas (por ejemplo, oficinas, edificios educativos, etc.): $10 \text{ g}/(\text{Persona} \cdot \text{h})$
edificios no residenciales con fuentes significativas de humedad más allá de la humedad liberada por las personas: estimación verosímilmente fundamentada sobre la base del uso previsto.

Índices de ocupación

Edificios residenciales: índice de ocupación estándar en el PHPP; si el número esperado de personas es significativamente mayor que el ratio de ocupación estándar, entonces se recomienda utilizar el mayor valor.

Edificios no residenciales: Los índices de ocupación y los períodos de ocupación deben ser determinados para cada proyecto específicamente y relacionados según el tipo de uso.

Temperatura interior de diseño

Calefacción, edificios residenciales: 20 °C sin reducción de temperatura durante la noche, edificios no residenciales: temperaturas interiores estándar basadas en la norma EN 12831. Para usos no especificados o necesidades diferentes, la temperatura interior debe ser

determinada para cada proyecto específico. Para una calefacción intermitente (reducción nocturna), la temperatura de diseño de interior podría ser disminuida tras la evaluación. Refrigeración y deshumidificación: 25 °C y 12 g/kg de humedad absoluta en el aire interior

Datos climáticos

Deben ser utilizados los datos climáticos (con un número de identificación de siete dígitos) aprobados por el Passive House Institute. El conjunto de datos seleccionado debe ser representativo para el clima donde el edificio esté ubicado. Si el conjunto de datos climáticos aún no está disponible para la localización del edificio, entonces se puede solicitar un nuevo conjunto de datos a través un certificador acreditado por el Passive House Institute.

Caudal promedio de aire:

Edificios residenciales: 20-30 m³/h por persona en una vivienda, con una renovación mínima de 0.30 en relación con la superficie de referencia energética y con una altura libre de 2.5 m.

Edificios no residenciales: Los flujos de volumen de aire promedio para la ventilación deben ser determinados para cada proyecto de forma específica, y deben ser basados en una demanda de aire fresco de 15-30 m³/h por persona (se permiten unos caudales de aire superiores en el caso de uso para deportes, etc., y si es requerido por las normativas obligatorias aplicables relativas a las Leyes del Trabajo). Los diferentes tipos de ventilación y las horas de funcionamiento del sistema deben ser considerados. Los tiempos de funcionamiento para la pre-ventilación y post-ventilación deberían ser tenidos en cuenta cuando se apaga el sistema de ventilación. Para edificios residenciales y no residenciales, los valores usados deben corresponderse con los verdaderos valores de equilibrado de la instalación.

Demanda de agua caliente sanitaria:

Edificios residenciales: 25 litros de agua a 60 °C por persona y por día, a menos que el PHI haya especificado otros valores nacionales.

Edificios no residenciales: La demanda de agua caliente sanitaria en litros a 60 °C por persona y por día deben ser determinados por separado para cada proyecto específico.

Límites para el balance de la demanda de electricidad

Todos los sistemas eléctricos que estén dentro de la envolvente térmica del edificio se tienen en cuenta en el balance energético. Los sistemas eléctricos cercanos al edificio o en locales que estén fuera de la envolvente térmica no se tienen en cuenta con carácter general. A modo de excepción, los siguientes usos de la electricidad se tienen en cuenta, incluso si están fuera de la envolvente térmica:

- Electricidad para la generación y distribución de calefacción, agua caliente sanitaria y refrigeración así como para la ventilación, siempre y cuando estos servicios acometan a partes del edificio situados dentro de la envolvente térmica.
- Ascensores y escaleras mecánicas que estén situados fuera, siempre y cuando que sirvan para superar la altura causada por el edificio y sirvan como acceso al edificio.
- Las computadoras y la tecnología de telecomunicación (servidores incluyendo UPS, sistemas telefónicos, etc.) incluyendo la refrigeración necesaria para estos, en la medida en que son utilizados por los ocupantes del edificio.

- Electrodomésticos: tales como lavadoras, secadoras, refrigeradores, congeladores, si son utilizados por los propios ocupantes del edificio.
- Iluminación intencionada del interior por fuentes de luz situadas externamente.

3 Reglamentos técnicos para la certificación del edificio

3.1 Proceso de evaluación

Los edificios que cumplen con el Estándar Casa Pasiva y los edificios rehabilitados a través del Estándar EnerPHit, son edificios en los que se alcanza, a lo largo de todo el año, unas condiciones interiores de confort con un gasto mínimo de energía. Los edificios que cumplen con el Estándar Casa Pasiva deben cumplir rigurosos requerimientos con respecto al diseño, planificación y ejecución.

Sujetos a un minucioso control de calidad, los edificios pueden ser certificados de acuerdo con los criterios del estándar energético respectivo, como se mencionó en la sección 2 “Criterios”. Si se confirma la exactitud técnica de la documentación requerida para el edificio analizado según lo dispuesto en la sección 3.2 “Documentos a presentar”, y se cumplen los criterios de la sección 2 “Criterios”, se emitirá el sello aplicable que corresponda.



Sello Casa Pasiva



Sello EnerPHit



Sello EnerPHit⁺i (para edificios con aislamiento interior en su mayoría)



Sello PHI Edificio de baja demanda energética

Sólo serán certificados con el sello EnerPHit aquellos edificios en los que la modernización hasta el Estándar Casa Pasiva no es económica o posible en la práctica debido a las características de la construcción existente o a la esencia del edificio. En principio, un certificado EnerPHit no puede ser emitido para nuevas construcciones. Cuando más del 25 % de la superficie opaca de la fachada se rehabilita con aislamiento térmico por el interior, se aplica³ la designación EnerPHit⁺i ("i" como superíndice).

Para obtener la certificación hace falta, en primer lugar, cumplir los criterios de certificación actuales (es decir, el presente documento, cuya versión más actual se encuentra siempre disponible en

³ No aplica en zonas climáticas cálidas, calurosas y muy calurosas.

www.passivehouse.com) y en segundo lugar, cumplir la metodología de cálculo descrita en el programa PHPP y en su manual. El Passive House Institut se reserva el derecho de realizar la adaptación de los criterios y de la metodología de cálculo que se derive de los avances en el desarrollo técnico.

La solicitud informal para llevar a cabo una certificación se realiza directamente con el organismo certificador acreditado por el Passive House Institute. La documentación requerida de acuerdo a la sección 3.2 “Documentos a presentar” tiene que aportarse completa al certificador. Los documentos para la certificación deben revisarse al menos una vez. Dependiendo de cada caso puede ocurrir que sea necesario realizar más controles.

Nota: Se aconseja documentar las comprobaciones relevantes para alcanzar el Estándar Casa Pasiva de ser posible durante la fase de proyecto, con el objetivo de poder llevar a cabo posibles correcciones y mejoras. Cuando el proyectista no tiene experiencia previa en la construcción de un edificio según el Estándar, se recomienda solicitar al menos una consultoría previa al diseño. Llevar a cabo una consultoría durante todo el proyecto también podría ser recomendable.

Al finalizar esta fase del proceso de evaluación se le otorga al cliente los resultados del cálculo corregidos con las mejoras propuestas, si procede. La supervisión durante la fase de obra no es objeto de la certificación. Un control de calidad de la ejecución de obra por el organismo certificador es particularmente útil si la gerencia de la construcción no tiene experiencia previa con la construcción de edificios que sigan el Estándar Casa Pasiva o el Estándar EnerPHit para rehabilitaciones.

Con la entrega del certificado se corrobora que la documentación aportada está correcta y que cumple con los requisitos técnicos de los estándares definidos en la sección 2 “Criterios” en el momento de la certificación. La evaluación no contempla ni el seguimiento de la construcción del edificio ni el control del comportamiento de los usuarios. La garantía de la calidad del diseño recae sobre el proyectista y la garantía de la calidad de la ejecución, sobre el director de la obra.

En casos individuales, es posible que a pesar que el edificio cumpla con los criterios en su totalidad, podría tener serias deficiencias en otras áreas que limitan en gran medida su capacidad de uso, la seguridad o la satisfacción de los usuarios. Si el certificador es consciente de cualquiera de estos defectos, entonces está en el criterio del certificador el retener el certificado hasta que se pueda demostrar que los defectos han sido corregidos suficientemente.

Los sellos Casa Pasiva, EnerPHit y PHI Edificio de baja demanda energética, podrán ser usados únicamente en el edificio certificado asociado. El certificado es válido para la ejecución de la construcción y el uso del edificio documentado en el folleto que acompaña el certificado. Los valores energéticos característicos del edificio podrían variar debido a las transformaciones o cambios de uso que podrían tener lugar en el futuro, en cuyo caso el certificado sería inválido...

Los documentos presentados para la certificación pueden ser utilizados por el Passive House Institute para evaluaciones y estadísticas científicas anónimas.

3.2 Documentos a presentar

El uso de componentes⁴ Passivhaus, certificados por el Passive House Institute, es aconsejado ya que todos los parámetros necesarios han sido probados de manera fiable, están disponibles y como regla pueden ser utilizados para la certificación del edificio sin necesidad de ninguna mayor verificación. El solicitante será el responsable de aportar pruebas de los valores característicos de los productos que no han sido certificados por el Passive House Institute.

3.2.1 Programa de Planificación Passivhaus (PHPP)

Los criterios deben ser comprobados con la versión actual del Programa de Planificación Passivhaus (PHPP). Sin embargo, no es necesaria la transferencia de datos a una nueva versión del programa si éste se publica cuando el proyecto ya está en curso. El cálculo con el PHPP debería ser presentado como un archivo Excel con al menos los siguientes cálculos:

Hoja de cálculo

- Introducción de datos del edificio, resumen de los resultados **Comprobación**
- Selección de los datos climáticos individuales **Clima**
- Cálculo de los valores-U de los elementos constructivos **Valores-U**
- Resumen de superficies con sus correspondientes datos de radiación, puentes térmicos..... **Superficies**
- Cálculo de factores de reducción de elementos constructivos en contacto con el terreno (si aplica)..... **Terreno**
- Base de datos de componentes de construcción **Componentes**
- Cálculo de los valores $U_{Ventana}$ **Ventanas**
- Cálculo de los factores de reducción por sombreado **Sombras**
- Caudales de aire, rendimiento sistema de recuperación de calor y resultados del test de presurización..... **Ventilación**
- Dimensionado y diseño de sistemas de ventilación con múltiples unidades de ventilación (si aplica)..... **Vent-Adicional**
- Cálculo de la demanda de calefacción según UNE-EN 13790 / método mensual (si existe calefacción)..... **Calefacción**
- Determinación de la carga de calefacción del edificio⁵ (si existe calefacción) **Carga-C**
- Análisis de la ventilación en verano **Ventilación-V**
- Cálculo de la frecuencia de sobrecalentamiento⁵..... **Verano**
- Demanda específica de refrigeración útil (en el caso de que existan sistemas de refrigeración activa)..... **Refrigeración**
- Cálculo de la demanda de energía para deshumidificación (si existen sistemas de refrigeración activa)..... **Aparatos-R**
- Determinación de la carga de refrigeración del edificio⁵ (si existen sistemas de refrigeración activa)..... **Carga-R**
- Cálculo de la demanda de ACS y de pérdidas del sistema de distribución de ACS y calefacción..... **Distribución-ACS**
- Contribución solar total a la producción de ACS (en el caso de que existan equipos de placas solares) **ACS-Solar**
- Generación fotovoltaica de electricidad (en el caso de que existan sistemas fotovoltaicos)..... **IFV**
- Cálculo de la demanda de electricidad (sólo para edificios residenciales) **Electricidad**
- Patrones de utilización en edificios no residenciales **Uso-NR**
- Cálculo de la demanda de electricidad en edificios no residenciales **Electricidad-NR**
- Cálculo de la demanda de electricidad auxiliar..... **Electricidad-Aux**
- Cálculo de las ganancias internas de calor (sólo para edificios residenciales)..... **GIC**
- Cálculo de las ganancias internas de calor (sólo para edificios no residenciales) **GIC-NR**
- Valor EP y PER..... **PER**
- Factor de utilización anual de la generación de calor..... **Unidad compacta, BC, BC-Terreno, Caldera, Calefacción urbana**

⁴ Las fichas técnicas de los componentes certificados Passivhaus pueden encontrarse en www.passivehouse.com

⁵ Los cálculos del PHPP para la carga de calefacción, la ventilación en verano y la carga de refrigeración han sido desarrollados para edificios con un uso homogéneo. En edificios con una ventilación intermitente, con un uso de la calefacción no continua durante las 24h, y/o con grandes fluctuaciones de cargas internas, se deben realizar otros estudios o métodos más exhaustivos.

3.2.2 Documentos de planificación para la arquitectura

- Plano de situación indicando la orientación, edificios colindantes (ubicación y altura), arbolado relevante, altura del relieve del terreno para la definición del sombreado del horizonte; fotos de la parcela y de los alrededores. Debe reflejarse de forma clara y comprensible la situación de sombreado del edificio.
- Planos arquitectónicos (plantas, secciones y alzados) a escala de todos los elementos analizados (dimensiones de espacios acondicionados, superficies de la envolvente, tamaño de huecos de ventanas).
- Documentación detallada del cálculo de la superficie de referencia energética.
- Plano de situación de las áreas de la envolvente térmica y de las ventanas y, en caso de existir, puentes térmicos contemplados en el PHPP y la superficie a la que afectan.
- Plano de situación de las áreas de la envolvente que permitan la asignación fácil y clara de las áreas del PHPP a los planos de planificación. Alternativamente, si un archivo de designPH puede cumplir con esta función, podría ser también presentado.

3.2.3 Aspectos generales y detalles de conexión

- Plano de situación de los puentes térmicos (en el caso de que existan) para una clara asignación de los datos introducidos en el PHPP.
- Detalles constructivos de todos los encuentros y/o conexiones de la envolvente térmica, como por ejemplo muros exteriores y cerramientos interiores con el techo del sótano o solera, muros exteriores con cubierta y forjado, cumbre, cornisa, sistema de fijación de balcones etc. Los detalles deben estar acotados y deben incluir datos de materiales y sus propiedades térmicas. Debe marcarse la capa de hermeticidad y describirse cómo se va a ejecutar en los puntos de encuentro de diferentes elementos constructivos.
- Comprobación de los coeficientes de pérdidas de los puentes térmicos contabilizados en el cálculo con el PHPP según la EN ISO 101211. Como alternativa se puede recurrir a detalles de puentes térmicos comparables documentados (por ejemplo en los sistemas certificados para los Estándares Casa Pasiva / EnerPHit, en publicaciones del Passive House Institute o en catálogos de puentes térmicos).
- Fabricante, tipo y ficha técnica, especialmente de aislamientos con muy baja conductividad térmica ($\lambda_R < 0.032 \text{ W / (mK)}$). Son permitidos valores nominales de conductividad térmica según las normativas nacionales o las aprobaciones de las autoridades en materia de construcción.
- Se debe evidenciar las propiedades de radiación de la superficie exterior del edificio (sólo en climas calurosos y muy calurosos); para los productos de techo: valores medidos de absorptividad o reflectancia y emisividad determinados de acuerdo con ANS /CRRC-1 (o métodos comparables). Para productos de pared: teniendo en cuenta la escasa disponibilidad de datos, no hay requisitos que se apliquen actualmente para la fuente que confirme los valores específicos de dichos productos. Todos los valores deben determinarse después de un período de exposición a la intemperie de al menos 3 años (o conversión de los nuevos valores de condiciones en el PHPP).
- Prueba de protección contra la humedad excesiva en los elementos constructivos (sólo en casos dudosos).

3.2.4 Ventanas y puertas

- Plano de situación de las ventanas y las puertas para la asignación clara de las entradas en el PHPP.
- Pruebas sobre los marcos de ventanas y puertas exteriores a ser instalados: fabricante, tipo, valor U_f , $\Psi_{\text{Instalación}}$, $\Psi_{\text{Borde de vidrio}}$, detalles constructivos gráficos de todas las diferentes situaciones de colocación en la envolvente. Los valores de cálculo deben ser acordes con la EN ISO 10077-2.
- Pruebas sobre los acristalamientos a ser implementados: fabricante, tipo, composición, Valor U_g del vidrio calculado según la EN 673 (calculado matemáticamente, con dos decimales de precisión), coeficiente g calculado según la EN 410, tipo de espaciador.

3.2.5 Ventilación

- Proyecto del sistema de ventilación que incluya esquema y dimensionado de los aparatos de ventilación, caudales (en la hoja de cálculo del protocolo final para sistemas de ventilación: 'Diseño'; en el CD del PHPP), protección contra el ruido, filtros, válvulas de aire de impulsión y de extracción, dimensionado y detalles del aislamiento en los conductos, intercambiador de calor con el terreno (si existe), sistemas de control...
- Información del intercambiador de calor subterráneo (si existe): longitud, profundidad y tipo de instalación, calidad del suelo, tamaño, material del tubo y verificación de la eficiencia de recuperación de calor (por ejemplo, con PHLuft⁶). Para intercambiadores de calor subterráneo con salmuera: la regulación, los límites de temperatura en invierno y verano, y la verificación de la eficiencia de la transferencia de calor.
- Comprobación de la eficiencia de recuperación de calor y la demanda de electricidad del sistema de ventilación de acuerdo con el método del Passive House Institute (ver www.passivehouse.com). En climas fríos, el calor disipado por los ventiladores reduce la eficiencia de la recuperación de calor, ya que representa una carga de calefacción adicional. Sin embargo, y para simplificar, el método existente del PHI está siendo utilizado actualmente para probar la eficiencia de recuperación de calor también en climas donde se requiere refrigeración. Los sistemas de aire de extracción sin recuperación de calor (por ejemplo, campanas de extracción de humos y campana de gases etc.) deben ser incluidos. Las diferentes configuraciones de funcionamiento y tiempos de operación deben tenerse en cuenta.
- Indicar el fabricante, tipo, especificaciones técnicas y certificados de la demanda de electricidad de todos los componentes del sistema de ventilación como serpentines de calefacción, protección frente a la congelación etc.
- Regulación del sistema de ventilación: como mínimo, el informe debe contener los siguientes datos: descripción de la propiedad, nombre y dirección del proyecto, nombre y dirección del instalador, fecha de realización del equilibrado, fabricante y modelo del equipo de ventilación, ajuste del caudal para funcionamiento estándar, comparación entre caudal de aire de admisión y de extracción (hasta un 10% de desequilibrio permitido). Se debe proporcionar un informe sobre el ajuste de todas las válvulas de impulsión y extracción de aire. Si esto no es posible en los edificios no residenciales por razones técnicas, entonces por lo menos se deben medir las tasas de caudal de aire en la unidad de ventilación (aire de admisión / aire de expulsión) y en los principales conductos del sistema de ventilación. Se recomienda utilizar el "Documento obligatorio para sistema de ventilación", que se encuentra en el CD del PHPP o en www.passivehouse.com.

⁶ PHLuft: Programa que facilita la planificación de sistemas de ventilación en Casas Pasivas. De descarga gratuita en www.passivehouse.com

3.2.6 Calefacción/refrigeración (si existe), agua caliente sanitaria y aguas residuales

- Proyecto de instalaciones de calefacción y refrigeración (si procede): fontanería y saneamiento: donde se indiquen los sistemas de generación de calor, acumuladores o tanques, distribución del calor (tuberías, serpentines para calefacción, superficies de calefacción, bombas y sistemas de control), distribución del agua caliente (esquema de circulación, tuberías individuales, bombas y sistemas de control), instalación de saneamiento y su correspondiente ventilación, incluyendo los diámetros y espesores de los aislamientos, representación y dimensionamiento de los sistemas de refrigeración y deshumidificación.
- Breve descripción de los sistemas de abastecimiento mediante esquemas de las instalaciones (si procede).
- Indicar el fabricante, tipo, especificaciones técnicas y certificados de todos los componentes de los sistemas activos y su demanda de electricidad: sistema de ventilación, generador de calor para calefacción y ACS, acumulador o tanque, aislamiento de conductos y tuberías, serpentín de calefacción, refrigeración del edificio (si aplica), bombas, ascensor, etc.
- En edificios sin refrigeración activa: se debe comprobar el confort en verano. El procedimiento del PHPP para determinar el sobrecalentamiento en verano sólo se indica el valor promedio para todo el edificio; no obstante, en algunas zonas individuales podría existir sobrecalentamiento. Si se sospecha esto, se debe llevar a cabo un análisis detallado (por ejemplo, por medio de una simulación transitoria).

3.2.7 Aparatos eléctricos e iluminación

- Proyecto de instalación eléctrica: (en edificios residenciales sólo si existe una planificación o concepto para el uso eficiente de la electricidad, de otra manera se usarán los valores estándar que ya están introducidos en el PHPP), esquema y dimensionado del sistema de iluminación (también los conceptos y simulación para el uso de la luz diurna, si existe), ascensores, el equipamiento de la cocina, ordenadores o computadoras, los sistemas de telecomunicaciones y otros usos específicos de la electricidad (por ejemplo hornos)
- Fabricante, tipo, fichas de datos técnicos y verificación de la demanda de electricidad para todos los usos significativos de electricidad tales como ascensores, iluminación, tecnología de seguridad, etc.

3.2.8 Energía renovable

- Los sistemas solares térmicos conectados al edificio: hojas de datos técnicos relativas a los colectores y sistemas de almacenamiento utilizados, con indicación de los parámetros de entrada necesarios para el PHPP. Si no se utiliza el método implementado en el PHPP para evaluar la fracción solar, entonces se requiere una comprobación adicional en cuanto a la aportación mensual del sistema de energía solar térmica (por ejemplo, informe de simulación).
- La instalación fotovoltaica conectada al edificio: hojas de datos técnicos relativas a los colectores y sistemas de almacenamiento utilizados, con indicación de los parámetros de entrada necesarios para el PHPP.
- Los sistemas de generación de energía renovable que no están conectados al edificio. Será entregada una justificación apropiada de la propiedad conjuntamente con la prueba de la

producción de electricidad anual prevista del sistema (simulación) y, si es necesario, la prueba del porcentaje de propiedad del sistema en su conjunto.

3.2.9 Hermeticidad de la envolvente

La medición de la hermeticidad se debe llevar a cabo según lo establecido en la EN 13829 (método A). Como alternativa, la medición puede llevarse a cabo de conformidad con la norma ISO 9972 (método 1). Sin embargo, el volumen neto de aire de conformidad con la EN 13829 debe ser utilizado para el cálculo del valor n_{50} en cualquier caso. A diferencia de lo que establece esta normativa, se deben realizar una serie de mediciones de sobrepresión Y de depresión. El test de presurización se debe llevar a cabo únicamente en los recintos acondicionados de la envolvente térmica. Los porches, soportales, etc. que no se encuentran en el interior de la envolvente térmica quedan excluidos en la realización del test. Se recomienda llevar a cabo el test en un momento en el que la capa de hermeticidad todavía se encuentre accesible, lo que permite que las reparaciones necesarias son ejecutadas de una manera más fácil. El informe del test de hermeticidad debería también documentar el cálculo del volumen de aire de los espacios medidos.

El test de presurización debe realizarse por una institución o persona independiente del cliente y contratista. Un test realizado por el cliente sólo se aceptará en el caso de que esté firmado por una persona que se responsabilice de garantizar la correcta ejecución del test según el protocolo y de la veracidad de la información remitida.

Sólo para EnerPHit: para valores entre 0.6 h^{-1} y 1.0 h^{-1} , se debe realizar una detección exhaustiva de las fugas de aire durante la prueba de presión, donde sean selladas las infiltraciones concretas que pueden producir daños estructurales o afectar al confort. Esto se debe confirmar por escrito y firmado por la persona a cargo en conformidad con la sección 3.2.10 “Comprobación detección y sellado de infiltraciones durante el ensayo de presión (sólo para EnerPHit y pre-certificación)”.

3.2.10 Comprobación detección y sellado de infiltraciones durante el ensayo de presión (sólo para EnerPHit y pre-certificación)

(para proyectos de rehabilitación EnerPHit completa: necesario para un resultado de la prueba de presión de $0.6 \text{ h}^{-1} < n_{50} \leq 1.0 \text{ h}^{-1}$)

Texto estándar:

Por la presente confirmo que la detección de infiltraciones se llevó a cabo a presión negativa⁷. Se accedió a todas las estancias dentro de la envolvente térmica estanca para este propósito. Todos los potenciales puntos débiles, incluso aquellos de difícil acceso (p. ej.: los situados a gran altura), han sido comprobados frente a infiltraciones. Todas las infiltraciones que fueron encontradas teniendo una relevancia respecto al volumen total de infiltración o que afectasen el confort térmico fueron selladas.

Es necesaria la siguiente información:

- Nombre, dirección y empresa de la persona que firma
- Fecha y firma
- Descripción y dirección del proyecto arquitectónico
- Ensayo de presión: fecha de la prueba y nombre del responsable del ensayo

3.2.11 Fotografías

El proceso de la construcción debe ser apoyado con fotografías; no es necesario proporcionar documentación fotográfica completa de todas las medidas.

3.2.12 Excepciones (sólo para EnerPHit)

Se debe justificar, cuando proceda, que al edificio se le aplica alguna de las excepciones. Por ejemplo se requiere un análisis de viabilidad económica (véase sección 3.2.13 “Cálculo de la viabilidad económica (sólo para EnerPHit)”, una confirmación por escrito de la autoridad histórica para la preservación del edificio, una copia de los requisitos legales/ordenanzas o planeamientos.

Generalmente, si un requisito estándar se sobrepasa basado en una excepción, se deben proporcionar pruebas fehacientes que justifiquen esta excepción con documentos que hayan sido firmados por la persona encargada.

Si una reducción significativa de la demanda de calefacción o de refrigeración no es alcanzable debido a la gran cantidad de excepciones, se puede emitir a criterio del certificador una confirmación por escrito de los valores obtenidos en lugar de un certificado EnerPHit.

⁷ En casos particulares, la detección de infiltraciones a sobrepresión puede ser admisible, particularmente en el caso de una capa hermética al aire en el exterior. La detección de infiltraciones puede tener lugar en el contexto de una prueba de presurización. Alternativamente, la diferencia de presión puede ser generada también por ventiladores simples o el sistema de ventilación.

3.2.13 Cálculo de la viabilidad económica (sólo para EnerPHit)

De ser aplicable, se requiere como prueba para el uso de una excepción (véase la sección 3.2.12 “Excepciones (sólo para EnerPHit)”).

El cálculo de viabilidad económica se realiza comparando con una remodelación sin mejora en eficiencia energética, usando la hoja de cálculo del PHPP "Comparación". Se deben utilizar las condiciones de contorno introducidas previamente en el PHPP en el caso de que otras diferentes condiciones de contorno nacionales no estén verificadas.

Alternativamente: en acuerdo con el certificador, se pueden realizar otros cálculos aparte utilizando métodos de valoración dinámica (por ejemplo, método del valor actual neto) sobre el ciclo de vida del componente de construcción sobre la base de todos los gastos pertinentes, menos los costos en que se incurre de todos modos. Una descripción más exacta se puede encontrar, por ejemplo, en "Wirtschaftlichkeit von Wärmedämm-Maßnahmen im Gebäudebestand" ("Viabilidad económica de las medidas de aislamiento térmico en los edificios existentes 2005", en alemán), que se puede descargar desde www.passivehouse.com.

3.2.14 Verificación de los requisitos mínimos generales (según la sección 2.3)

- Protección contra la acumulación de humedad excesiva
Si el certificador tiene preocupaciones con respecto a los daños físicos en el edificio debido a la humedad, estos deberían ser resueltos a través de comprobaciones para la protección contra la humedad proporcionada en base a normativas técnicas aceptadas. Para los sistemas constructivos con aislamiento interior, se debe proporcionar evidencia de un cuidadoso planeamiento con el que se eviten, permanentemente y sin riesgo, corrientes de aire detrás de la capa de aislamiento si la ejecución de estos detalles se lleva a cabo en concordancia con la planificación. Cuando exista aislamiento interior, debe probarse la idoneidad de los componentes en materia de protección contra la humedad con esa aplicación específica. En caso de duda, la idoneidad en relación a la protección contra la humedad debe probarse por medio de un correspondiente informe de experto (con la aceptación legal de la responsabilidad). Esto por lo general se lleva a cabo a través de una simulación higrótérmica. Como regla general, la comprobación del factor de temperatura f_{Rsi} o la entrada de este valor en el PHPP no es necesaria para los detalles de conexión de las Casas Pasivas, no obstante, esta comprobación puede ser solicitada por el certificador en caso de incertidumbre.
- Confort térmico
Si los componentes no cumplen con los requisitos mínimos de confort térmico mencionados en la sección 2.4.3 “Protección térmica mínima”, entonces se puede proporcionar alternativamente la justificación de las condiciones de confort en base a la norma DIN EN ISO 7730 (no se aplica para PHI Edificios de baja demanda energética).
- Satisfacción de los ocupantes
Si se hace uso de alguna de las excepciones mencionadas en la sección 2.4.4 “Satisfacción de los ocupantes”, se debe justificar entonces estos requisitos previos.

3.2.15 Declaración del director de obra

Se debe exponer la declaración del director de obra que acredite y documente que el edificio se ha ejecutado según los cálculos evaluados en el PHPP. Los cambios con respecto a la información de proyecto que se lleven a cabo en la fase de ejecución también se deben especificar y documentar. Los cambios en productos deben acompañarse de las correspondientes pruebas.

Nota: En algunas circunstancias es necesario presentar pruebas a posteriori o documentación adicional de los componentes del edificio. Si se utilizan valores más favorables que los valores del método de cálculo estándar del PHPP, éstos deben demostrarse mediante las correspondientes justificaciones.

3.3 Pre-certificación para rehabilitaciones paso a paso

Si las rehabilitaciones energéticas se llevan a cabo en varios pasos individuales consecutivos, es posible una pre-certificación del edificio como EnerPHit (o Casa Pasiva). Un requisito previo obligatorio para esto es el Plan de Rehabilitación EnerPHit. El pre-certificado aporta a los propietarios de edificios y proyectistas la seguridad de que el estándar se va a alcanzar cuando se lleven a cabo 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 general bien estudiado para las rehabilitaciones graduales. Esto toma en cuenta las importantes interrelaciones entre las diferentes medidas de ahorro energético. De esta forma, un resultado final óptimo puede obtenerse con seguridad sobre todos los pasos con un esfuerzo razonable. El archivo de salida PRE incluido en el CD del PHPP crea la estructura básica del plan de rehabilitación mediante su importación desde un PHPP completado.

3.3.1 Procedimiento para la pre-certificación

La pre-certificación se puede llevar a cabo tan pronto como se cumplan los siguientes requisitos previos:

- El ERP y el resto de documentos necesarios de acuerdo con la Sección 3.3.4 “Documentos a presentar para la pre-certificación”, se han entregado al certificador.
- El primer paso de la modernización se ha completado y cumple las especificaciones del ERP.
- La demanda de energía primaria se ha reducido al menos un 20% en comparación con el estado inicial. Para edificios con varios propietarios es suficiente si una propiedad ha sido modernizada casi en su totalidad. Si hay nuevas ampliaciones, el pre-certificado ya puede emitirse, cuando de momento el ERP se ha implementado solo en la ampliación.

- Se ha realizado la detección de infiltraciones⁸

Preferiblemente, los documentos requeridos en la sección 3.3.4. “Documentación a presentar para la pre-certificación”, deberían enviarse antes de llevar a cabo el primer paso de la modernización de manera que se pueda identificar cualquier desviación de los criterios antes de su ejecución.

También se recomienda presentar la documentación de todos los siguientes pasos para que sea revisada antes de la ejecución de estos. El certificador, entonces, puede emitir una versión actualizada de la pre-certificación después de la finalización de la medida.

Se puede solicitar el certificado Casa Pasiva o EnerPHit después de finalizar el último paso. Se deben presentar los documentos necesarios mencionados en la sección 3.2 si no se han entregado previamente para los pasos previos.

3.3.2 Orden de rehabilitación

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

- ...componentes (por ejemplo, Paso 1: aislamiento de muro exterior, Paso 2: sustitución de ventanas y sistema de ventilación, Paso 3: aislamiento de cubierta y sistemas de calefacción, etc.)
- ... zonas del edificio (por ejemplo: zonas específicas, apartamentos, nuevas ampliaciones o casas adosadas)

3.3.3 Protección frente a la humedad: requisitos para estados intermedios

El riesgo de daño estructural relacionado con la humedad no puede aumentar, es decir, pasos específicos no deben dar lugar a un daño que no existía o existió en menor medida antes de llevar a cabo dicho paso de la rehabilitación.

3.3.4 Documentos a presentar para la pre-certificación

- PDF del Plan de Rehabilitación EnerPHit (PRE) completo indicando el estándar que pretende alcanzarse (Casa Pasiva/EnerPHit), incluyendo los siguientes documentos:
 - Todas las hojas pertinentes del archivo de salida del Plan de Rehabilitación EnerPHit (plantilla de Excel incluida en el CD del PHPP)
 - Adjunto con
 - planos del edificio en su estado inicial
 - planos del edificio completamente modernizado con representación esquemática de la ubicación de la capa de aislamiento y capa hermética en todos los componentes

⁸ La detección de infiltraciones es necesaria solo después de medidas que puedan afectar a la hermeticidad de la envolvente del edificio. Debería tener lugar durante el proceso de construcción cuando los componentes afectados están aún accesibles.

de la envolvente del edificio (plantas, secciones y (si es necesario) alzados, escala de 1:50 a 1:100)

- planos simplificados de detalles generales y detalles de conexión de la envolvente del edificio para futuros pasos donde se marque la posición de la capa de aislamiento y capa hermética (también para los pasos intermedios)

- Cálculo completo con el Programa de Planificación Passivhaus (PHPP) como archivo de Excel. Cada paso de la rehabilitación debería introducirse como una variante en la hoja “Variantes”.

- Todos los documentos de acuerdo con el apartado 3.2 que son necesarios para las medidas de eficiencia energética que se han completado en el momento de la presentación de la documentación.

- Informe de detección de infiltraciones a presión negativa (apartado 3.2.10) en el área del componente modernizado (solo después de la implementación de las medidas que puedan afectar a la hermeticidad de la envolvente del edificio).