

## **Puentes térmicos en componentes transparentes – Puentes térmicos de instalación**

Las ventanas son esenciales para la demanda energética de un edificio. Si no se instalan correctamente, pueden generar grandes puentes térmicos, reduciendo el comportamiento general del aislamiento del edificio y provocando pérdidas innecesarias de calor.

Al considerar y gestionar adecuadamente los puentes térmicos en el proceso de planificación y durante la instalación de ventanas, podemos:

- **Mejorar la eficiencia energética:** La instalación eficiente de ventanas con menores puentes térmicos puede reducir significativamente el consumo energético y los costes en fase de uso.
- **Aumentar el confort:** Reducir los puentes térmicos contribuye a alcanzar temperaturas más altas en las superficies y evitar discomfort local.
- **Protección térmica:** Los puentes térmicos pueden generar condensación y crecimiento de moho, lo que puede dañar la estructura del edificio. Una instalación adecuada puede prevenirlo.

Una introducción general sobre los detalles y cálculos de la instalación de ventanas se puede encontrar [aquí](#) (en alemán).

Para realizar una estimación realista y considerar las pérdidas térmicas en el balance energético, se recomiendan los siguientes procedimientos:

- Búsqueda de valores de instalación de ventanas en situaciones similares, o
- Simulación/cálculo de la situación de instalación específica.

### **Consulta de valores de instalación de ventanas**

Si la instalación real se asemeja a las recomendaciones documentadas sobre puentes térmicos en la instalación de ventanas, estos valores pueden utilizarse en los cálculos energéticos. Un primer paso recomendado es consultar los valores Psi de instalación de marcos certificados, como se muestra a continuación:

Formwork blocks (operable)		Lightweight timber (operable)		Exterior insulation and finishing system (EIFS) (operable)	
$U_{Wall} = 0.15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		$U_{Wall} = 0.13 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		$U_{Wall} = 0.13 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
$\Psi_{install}$	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	$\Psi_{install}$	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	$\Psi_{install}$	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
Top	0.007	Top	0.014	Top	0.008
Side	0.007	Side	0.014	Side	0.008
Bottom	0.039	Bottom	0.011	Bottom	0.033
$U_{W,installed} = 0.84 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		$U_{W,installed} = 0.84 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		$U_{W,installed} = 0.84 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	

### Ventanas certificadas en la Base de Datos de Componentes Passivhaus

Cada certificado de ventana incluye al menos tres situaciones de instalación y, en el caso de sistemas de ventanas, hasta diez situaciones de instalación que cumplen con los requisitos específicos del clima. Además, los fabricantes pueden solicitar situaciones personalizadas. Los certificados contienen planos de instalación con los puentes térmicos correspondientes para el alféizar, el dintel y las jambas en tres tipos diferentes de uniones en muros. [[Ver ejemplo en la Base de Datos de Componentes.](#)]

Los sistemas constructivos y de fachada también incluyen valores Psi de instalación. En caso de utilizar un sistema constructivo específico, se pueden verificar y utilizar los valores de los documentos del sistema, siempre que coincidan con la realidad. Los detalles pueden encontrarse en los documentos de instalación del certificado. [[Ver todos los sistemas de construcción en la Base de Datos de Componentes.](#)]

**bottom connection**  
operable window 1 (EW1\_OB1\_1)

$U_{EW1} = 0.24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 $U_{OB1} = 0.92 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 $\Psi = 0.031 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$   
 $f_{Rsi} = 0.783$

**top connection**  
operable window (EW1\_OH1\_1)

$U_{EW1} = 0.24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 $U_{OH1} = 0.92 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 $\Psi = 0.007 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$   
 $f_{Rsi} = 0.802$

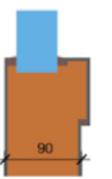
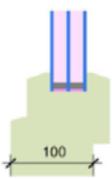
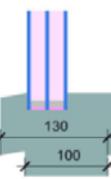
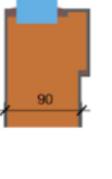
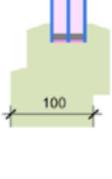
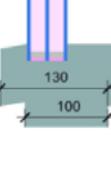
## Base de Datos de Componentes: Sistemas de montaje de ventanas

Además, el cálculo independiente de la ventana basado en los detalles de instalación se puede consultar en la [base de datos](#).

Los elementos de instalación respectivos se toman en cuenta, y varios componentes se determinan mediante simulaciones 2D y 3D. En particular, se pueden encontrar sistemas de fachada prefabricada de varios fabricantes.

Se han desarrollado ventanas “dummy”<sup>1</sup> para cada zona climática, que representan los principales materiales de ventana (ventanas de PVC, madera, ventanas integradas de madera-aluminio y ventanas de aluminio). Para más detalles sobre las ventanas “dummy” específicas de cada zona climática, los datos y modelos se pueden consultar en los [criterios de certificación de componentes en la página 5](#).

Los valores U utilizados para estas ventanas “dummy” están incluidos en la tabla siguiente.

Climate zone	Window frame							
	$b_r$ [mm]	Metal 140		Timber / Plastic 125		Integral 100		
1 Arctic $U_g = 0.35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $U_w = 0.40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Pilot certification, on request							
2 Kalt $U_g = 0.52 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $U_w = 0.60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U_r$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Psi_g$ [W/(mK)]		Bottom, side/top 0,57 0,024		Bottom, side/top 0,62 0,020		Bot- tom, 0,66 0,020	Side/ top 0,59 0,020
3 Kühl-gemäßigt $U_g = 0.70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $U_w = 0.80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U_r$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Psi_g$ [W/(mK)]		Bottom, side/top 0,75 0,034		Bottom, side/top 0,73 0,036		Bot- tom, 0,89 0,026	Side/ top 0,79 0,028
4 Warm-gem. $U_g = 0.90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $U_w = 1.00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	$U_r$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Psi_g$ [W/(mK)]		Bottom, side/top 0,85 0,049		Bottom, side/top 0,92 0,038		Bot- tom, 1,11 0,027	Side/ top 0,99 0,027

## Base de Datos de Componentes: Persianas enrollables certificadas Passivhaus y persianas venecianas externas

Los puentes térmicos de instalación en relación con los sistemas de protección solar requieren consideración especial. Se puede encontrar una amplia variedad de sistemas certificados en la [base de datos de componentes](#).

## Simulación/cálculo

En caso de que no haya cálculos o simulaciones comparables de puentes térmicos disponibles, la pérdida de calor se puede determinar mediante una simulación de método de elementos finitos (FEM, por sus siglas en inglés) con software adecuado. Si no hay un modelo de marco disponible, se debe seguir la metodología de modelado de marcos según la norma ISO 10077 apartados 1 y 2. Los herrajes y accesorios pueden considerarse mediante modelos de reemplazo. [Documentos que presentar para el cálculo de los perfiles de las ventanas y las situaciones de instalación de las mismas para la certificación de construcción Passivhaus](#)

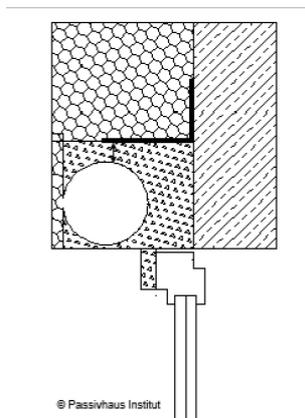
<sup>1</sup> N. del T: Este término se refiere a un elemento que simula a uno real.

La situación de instalación debe reflejar la posición real del marco, considerando la junta de instalación, así como el sobreaislamiento del marco principal, además de al menos una indicación del drenaje y el alféizar, y un montaje realista (por ejemplo, el aislamiento no debe cubrir la hoja ni la unidad de vidrio aislante -IGU, por sus siglas en inglés-, y la sección del alféizar no debe verse afectada en cuanto al drenaje). Los pequeños elementos de montaje, como soportes de ventana pequeños, generalmente pueden omitirse. La conductividad de los materiales y sus prestaciones deben estar en línea con la Tabla D.1 de la norma ISO EN 10077-2, los valores tabulados en la ISO 10456, o las aprobaciones técnicas de un organismo nacional reconocido, ETA o equivalente.

Los pasos para llevar a cabo este cálculo se describen aquí: [Documentos a presentar para el cálculo de perfiles de ventana y situaciones de instalación de ventanas para la certificación Passivhaus.](#)

Un enfoque adecuado para la modelización de ventanas y la determinación de las características térmicas de un marco con el software THERM se puede encontrar aquí: [Procedimiento de referencia B.C. para el uso de THERM en la determinación de valores de rendimiento de ventanas para su uso con la herramienta de Planificación PHPP.](#)

#### \*Persianas enrollables/persianas y cajas de persiana



Si la simulación incluye elementos de sombreado, los soportes y elementos de montaje deben considerarse mediante una simulación FEM en 3D o mediante una simulación FEM en 2D simplificada de los soportes (aplicable solo a cajas no metálicas). La siguiente ecuación se puede utilizar para determinar el flujo de calor efectivo:

$Q_1$  = Flujo de calor a través de la sección sin soporte

$Q_2$  = Flujo de calor a través de la sección con soporte

$w$  = ancho de TODOS los soportes combinados

$b$  = ancho de la ventana

$$Q = (1,5 \times w \times Q_2 + (b - 1,5 \times w) \times Q_1) / b$$

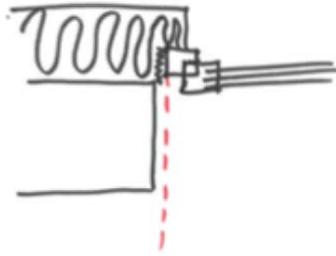
El valor psi (capialzado de instalación) se puede calcular a partir del flujo de calor  $Q$ .

**\*Referencia de dimensiones al calcular la situación de instalación**

¡El cálculo de puentes térmicos debe coincidir siempre con PHPP! Se recomienda lo siguiente para tres situaciones distintas:

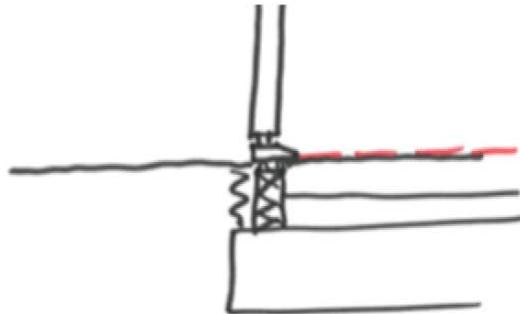
- A) **Instalación de ventanas (común)** Si el hueco de instalación es de 1 cm o menor, la dimensión de la envolvente (luces del hueco libre) puede usarse en PHPP en lugar del borde exterior del marco.

Measurement from the outer edge of the frame / window



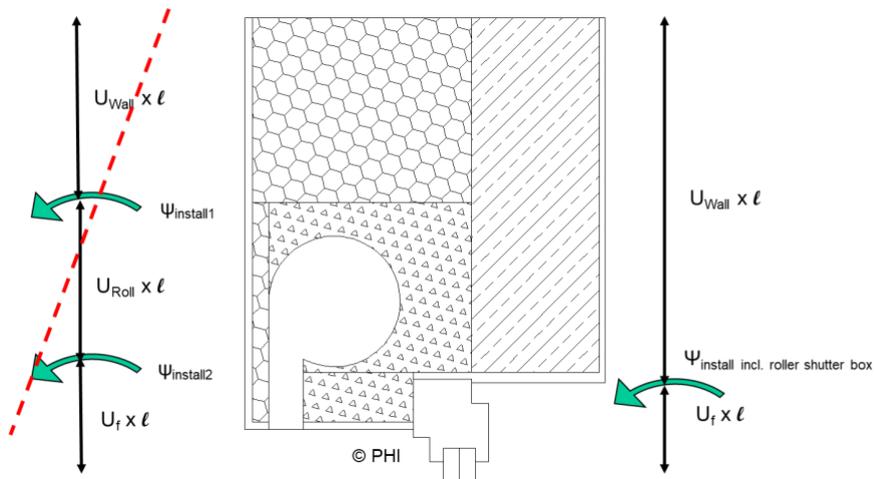
- B) **Extensión del marco (común en umbrales) o perfil de soporte** Las puertas suelen requerir un perfil de soporte de materiales aislantes con resistencia a la compresión, elementos de montaje o soportes. La referencia dimensional debe ser el borde inferior del perfil del umbral.

Measurement from the outer edge of the threshold profile



- C) **Persianas enrollables/Persianas venecianas, etc.** Misma consideración que la situación A.

*Not recommended*

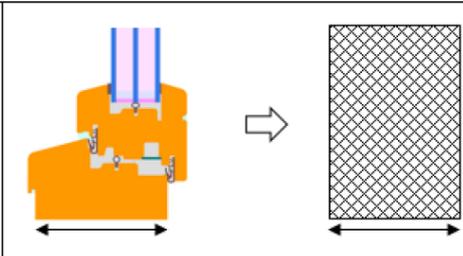
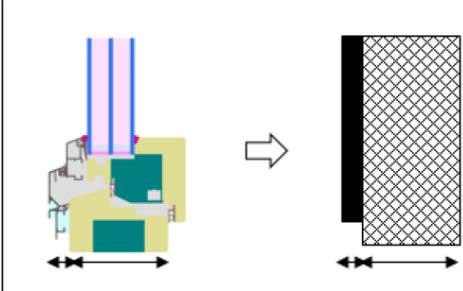
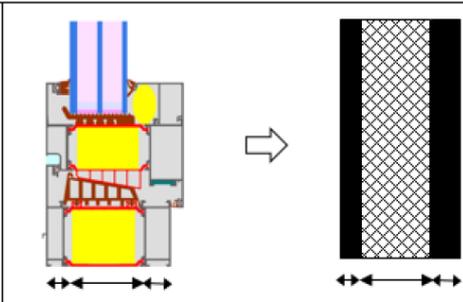


**\*Simulación FEM 2D simplificada con modelos de reemplazo**

Para la certificación de edificios, no es una opción válida usar un modelo de reemplazo que represente el valor  $U_w$  de la ventana, ya que los valores de instalación dependerían del rendimiento de la unidad de vidrio aislante (IGU). Los valores del marco tienden a tener coeficientes de transmisión de calor mucho más altos en comparación con las propiedades del acristalamiento, lo que podría subestimar los puentes térmicos.

Los modelos sustitutos que representan el valor  $U_f$  y que coinciden con el grosor del marco pueden ser una opción adecuada para sistemas EIFS, fachadas con cámara o fachadas ventiladas. Esto solo debe utilizarse cuando la ventana esté instalada en línea con la capa de aislamiento.

Un procedimiento válido para usar modelos sustitutos que representen el marco se describe aquí: El modelo simplificado representa el marco como un panel que varía en términos de sus materiales y valor  $U_f$ . En la Figura 1 se describen tres métodos diferentes para distintos tipos de marcos. En esta figura, las cubiertas de aluminio con excelente conductividad térmica se muestran como una capa separada. Al calcular la conductividad térmica equivalente, las capas de aluminio pueden omitirse. Este procedimiento es aplicable para marcos adecuados para PH instalados frente a la estructura portante del muro y no debe utilizarse en combinación con sistemas de persianas.

Frame:	simplified model:	
Timber, PVC		<p><b>Single layer panel:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- equivalent <math>\dot{A}</math>-value, so that <math>U_{\text{panel}} = U_f</math></li> <li>- depth of the panel matches depth of the frame</li> </ul>
Timber-Alu		<p><b>Double layer panel:</b></p> <p>Insulation layer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- equivalent <math>\dot{A}</math>-value, so that <math>U_{\text{panel}} = U_f</math></li> <li>- depth of the panel matches the depth of the timber frame</li> </ul> <p>Aluminium layer: - <math>\dot{A}</math>-value = 160 W/(mK)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- depth + height match dimensions of the aluminium capping</li> </ul>
Alu		<p><b>Triple layer panel:</b></p> <p>Insulation layer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- equivalent <math>\dot{A}</math>-value, so that <math>U_{\text{panel}} = U_f</math></li> <li>- depth of the panel corresponds to the depth of the thermal break</li> </ul> <p>2 aluminium layers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\dot{A}</math>-value = 160 W/(mK)</li> <li>- depths corresponds to the depths of the aluminium profiles</li> </ul>

Este método proporciona una forma práctica y rápida de calcular puentes térmicos. Se investigó la instalación de diversos tipos de marcos mediante cálculos comparativos con un modelo simplificado y un modelo con una geometría de marco precisa. Los resultados obtenidos para marcos de aluminio o marcos con chapado de aluminio coinciden con los obtenidos con el método de cálculo preciso, mientras que las desviaciones en los cálculos para marcos de madera y PVC también presentan cierta incertidumbre de medición (alrededor de 0,005 W/(mK)). No obstante, se puede afirmar con seguridad que el método simplificado permite lograr gran precisión. El uso del modelo simplificado de cálculo de puentes térmicos ofrece una manera sencilla de determinar mejor los balances energéticos según PHPP, incluso durante las primeras etapas del proceso de planificación. No obstante, el modelo debe crearse siempre teniendo en cuenta la física de la construcción. Los valores de instalación precisos para marcos certificados se pueden encontrar en los certificados.

Para más información, consulte: [Cálculo simplificado para instalaciones de ventanas](#)

## Catálogos de puentes térmicos

Otra opción es utilizar valores ya simulados de fabricantes, proveedores e institutos, siempre que hayan sido calculados según la norma EN ISO 10211.

- [Catálogo de puentes térmicos de instalación de ventanas](#)
- [Catálogo y herramienta de puentes térmicos en construcción de madera](#)

## Herramientas y catálogos de fabricantes de componentes certificados

Los fabricantes de componentes certificados Passivhaus están invitados a enviarnos un enlace a sus catálogos o herramientas.

- [Wiegand Fensterbau GmbH](#)

Documento original de:



[https://passipedia.org/basics/building\\_physics\\_-\\_basics/thermal\\_bridges/tbcalculation/thermal\\_bridges\\_of\\_transparent\\_components](https://passipedia.org/basics/building_physics_-_basics/thermal_bridges/tbcalculation/thermal_bridges_of_transparent_components)

Traducción a cargo de:

