

## Evaluación Técnica Europea

**ETA 18/0456**  
de 20.09.2018



### Parte General

#### Organismo de Evaluación Técnica que emite la ETE: ITeC

El ITeC ha sido designado de acuerdo con el Artículo 29 del Reglamento (UE) No 305/2011 y es miembro de EOTA (European Organisation for Technical Assessment).

**Nombre comercial del producto de construcción**

**Perliwool®**

**Área de producto a la que pertenece**

Revestimiento de mortero para contribución a la resistencia al fuego.

**Fabricante**

**MINERAL FIBER SOLUTIONS SL**  
Ctra. a Almacelles A-2217 km 3,84  
ES-22540 Altorricón (Huesca)  
España

**Planta(s) de fabricación**

Según Anexo N custodiado por el ITeC.

**La presente Evaluación Técnica Europea contiene:**

40 páginas incluyendo 3 anexos que forman parte del documento

y

un Anexo N, que contiene información confidencial y no está incluido en la versión pública de la Evaluación Técnica Europea.

**La presente Evaluación Técnica Europea se emite de acuerdo con el Reglamento (UE) 305/2011, en base a**

Documento de Evaluación Europeo EAD 350140-00-1106.

### **Comentarios generales**

Evaluación Técnica Europea emitida en castellano por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC). Las traducciones a otros idiomas deben corresponder completamente con el documento original emitido.

La reproducción de la presente Evaluación Técnica Europea, incluyendo su transmisión por medios electrónicos.

## Partes específicas de la Evaluación Técnica Europea

### 1 Descripción técnica del producto

Perliwool® es un revestimiento de mortero para protección contra el fuego, aplicado mediante proyección por vía húmeda y compuesto por lana mineral y otros componentes. El ligante está incluido en la mezcla de mortero en polvo.

El revestimiento considerado en este ETE requiere, en algunos casos, productos adicionales para su instalación tal como se especifica en los anexos (ETE bajo opción 3 descrita en el alcance del EAD 350140-00-1106).

Las propiedades del revestimiento una vez aplicado, tales como el rango de espesores, densidad, valores de adhesión, etc., se muestran en el Anexo 2 y el Anexo 3.

### 2 Especificación del uso(s) previsto(s) de acuerdo con el DEE aplicable

Los usos previstos de Perliwool® como revestimiento de protección contra el fuego se describen en la tabla 1, que también muestra las condiciones ambientales asociadas.

**Tabla 1:** Categorías de uso previsto en relación al elemento protegido y las condiciones ambientales.

Uso de protección contra el fuego		Condiciones ambientales
Referencia EAD 350140-00-1106	Elemento constructivo a proteger	Referencia EAD 350140-00-1106
Tipo 3	Elementos estructurales de hormigón	Tipo Z <sub>2</sub>
Tipo 4	Elementos estructurales de acero	Tipo Z <sub>2</sub>

Las categorías ambientales de uso se especifican en el EAD 350140-00-1106, apartado 1.2.3:

- Tipo Z<sub>2</sub>: condiciones interiores con temperatura de al menos 0 °C y humedad inferior al 85% HR

Las disposiciones estipuladas en este ETE se basan en una vida útil de Perliwool® de al menos 25 años, siempre que se cumplan las condiciones establecidas en las instrucciones del fabricante sobre instalación, uso y mantenimiento. Dichas disposiciones se basan en el estado actual de la técnica y en los conocimientos y experiencia disponibles.

Las indicaciones sobre la vida útil no se deben interpretar como una garantía dada por el fabricante o el Organismo de Evaluación, sino que deben considerarse como un medio para la elección correcta del producto en relación con la vida útil estimada de las obras.

### 3 Prestaciones del producto y referencia a los métodos de evaluación

#### 3.1 Prestaciones del producto

La evaluación de Perliwool® se realizó de acuerdo al EAD 350140-00-1106.

**Tabla 2:** Prestaciones de Perliwool®.

Producto: Perliwool®		Uso previsto: Contribución a la resistencia al fuego	
Requisito básico	Característica esencial	Prestación	
RB 2 Seguridad en caso de incendio	Reacción al fuego	A1	
	Resistencia al fuego	Véanse Anexo 2 y Anexo 3	
	Durabilidad	Tipo Z <sub>2</sub>	
RB 4 Seguridad y accesibilidad de utilización	Adhesión	Véanse 3.2.4 y Anexos 2 y 3	
RB 5 Protección contra el ruido	Absorción acústica	Espesor 35 mm	$\alpha_v = 0,80$ (H); Clase B
		Espesor 54 mm	$\alpha_v = 1,00$ ; Clase A
RB 6 Ahorro de energía y aislamiento térmico	Conductividad térmica	0,078 W/(m·K)	

El resto de características consideradas en el EAD 350140-00-1106 no han sido evaluadas en este ETE.

#### 3.2 Métodos de evaluación

##### 3.2.1 Reacción al fuego

El mortero Perliwool® se ha ensayado según EN ISO 1182<sup>1</sup> y EN ISO 1716<sup>2</sup>. La clasificación ha sido determinada según EN 13501-1<sup>3</sup> y el Reglamento (UE) 2016/364.

##### 3.2.2 Resistencia al fuego

La prestación de resistencia al fuego, clasificada de acuerdo con la EN 13501-2<sup>4</sup>, se ha determinado según los métodos de ensayo y evaluación indicados en el Anexo 2 y el Anexo 3.

##### 3.2.3 Compatibilidad de imprimaciones

Las imprimaciones anticorrosivas epoxi de dos componentes para uso en elementos estructurales de acero han sido ensayadas y evaluadas como compatibles con el mortero de acuerdo al apartado 2.2.14.4 del EAD 350140-00-1106.

<sup>1</sup> EN ISO 1182 Ensayos de reacción al fuego de productos. Ensayo de no combustibilidad..

<sup>2</sup> EN ISO 1716 Ensayos de reacción al fuego de productos. Determinación del calor bruto de combustión (valor calorífico).

<sup>3</sup> EN 13501-1 Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

### 3.2.4 Durabilidad

La durabilidad del mortero se ha evaluado de acuerdo con el EAD 350140-00-1106, apartado 2.2.12, en relación a sus usos previstos de protección al fuego definidos en la tabla 1.

### 3.2.5 Adhesión

La adhesión se ha determinado de acuerdo con el EAD 350140-00-1106, apartado 2.2.7, y EGOLF EA 05<sup>5</sup>. La adhesión del mortero depende del espesor instalado y de la preparación del sustrato. En el Anexo 2 y el Anexo 3 se muestran los valores de referencia para la adhesión del revestimiento y las condiciones bajo las que han sido obtenidos.

### 3.2.6 Absorción acústica

La absorción acústica de Perliwool® se ha ensayado según EN ISO 354<sup>6</sup> a espesores de mortero de 35 mm y 54 mm. El coeficiente de absorción acústica ponderado ( $\alpha_w$ ) y la clase han sido determinados de acuerdo a la EN ISO 11654<sup>7</sup>.

### 3.2.7 Conductividad térmica

La conductividad térmica ha sido evaluada de acuerdo con el Anexo D del EAD 350140-00-1106, ensayada según la EN 12667<sup>8</sup>; los valores declarados han sido determinados según la EN ISO 10456<sup>9</sup>.

**Tabla 3:** Características térmicas.

$\lambda_{10,seco,90/90}$	0,060	(W/m·K)	Valor fractil de conductividad a 10°C en condiciones secas, representando al menos el 90% de la producción con un nivel de confianza del 90%
$u_{23,50}$	0,065	(kg/kg)	Contenido de humedad por unidad de masa a 23 °C y 50 % H.R.
$f_{u,1}$	3,99	(kg/kg)	Coefficiente de conversión de humedad por unidad de masa (seco – 23/50)
$\lambda_{D,90/90(23/50)}$	0,078	(W/m·K)	Valor de diseño de conductividad declarado a 23°C y 50% H.R.

### 3.2.8 Caracterización técnica

El ETE se emite para el producto en base a los datos/información, depositados en el ITeC, de acuerdo con el apartado 2.3.2 del EAD 350140-00-1106.

<sup>4</sup> EN 13501-2 Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.

<sup>5</sup> EGOLF EA 05 (SM5:1999): Fire testing. Method for the measurement of bonding properties of fire protection materials applied to steel, concrete and steel/concrete composite structures.

<sup>6</sup> EN ISO 354 Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante.

<sup>7</sup> EN ISO 11654 Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica.

<sup>8</sup> EN 12667 Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica.

<sup>9</sup> EN ISO 10456 Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño.

**4 Sistema aplicado para la evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones (EVCP), con referencia a su base legal**

De acuerdo con la decisión 1999/454/CE de la Comisión Europea, aplica el sistema de EVCP (véase el reglamento delegado (UE) No 568/2014 que modifica el Anexo V del Reglamento (UE) 305/2011) indicado en la siguiente tabla.

**Tabla 4:** Sistema de EVCP.

Producto(s)	Uso(s) previsto(s)	Nivel(es) o clase(s)	Sistema(s)
Productos de protección contra el fuego	Para la compartimentación y/o la protección o la estabilidad frente al fuego	Cualquiera	1

**5 Detalles técnicos necesarios para la implementación del sistema de EVCP, según lo previsto en el DEE de aplicación**

Todos los detalles técnicos necesarios para la implementación del sistema de EVCP se establecen en el Plan de Control depositado en el ITeC y acordado de acuerdo con el apartado 3 del EAD 350140-00-1106.

El Plan de Control es una parte confidencial del ETE y accesible sólo para el organismo notificado de certificación involucrado en el proceso de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones.

El control de producción en fábrica operado por el fabricante debe ser conforme a dicho Plan de Control.

Emitido en Barcelona a 20 de septiembre de 2018  
 por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña.



Ferran Bermejo Nualart  
 Director Técnico, ITeC

## ANEXO 1. Prestación de resistencia al fuego y disposiciones de instalación

### A.1.1 Resumen de las prestaciones evaluadas de resistencia al fuego

Los elementos constructivos evaluados con protección de Perliwool® se muestran en la tabla A.1.1.

**Tabla A.1.1:** Elementos constructivos protegidos contra el fuego.

Uso previsto de acuerdo a EAD		Método de ensayo	Clasificación	Instalación
Tipo 3	Elementos estructurales de hormigón	EN 13381-3 <sup>10</sup>	EN 13501-2	Anexo 2
Tipo 4	Elementos estructurales de acero	EN 13381-4 <sup>11</sup>	EN 13501-2	Anexo 3

### A.1.2 Disposiciones de instalación en relación con los elementos protegidos con Perliwool®

La instalación del sistema debe realizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las disposiciones indicadas en este ETE.

El producto está previsto para el uso de categoría ambiental Tipo Z<sub>2</sub>. Deben tomarse precauciones especiales para la protección temporal del mortero en caso de que éste quede expuesto a condiciones exteriores durante la obra.

Antes de la aplicación el sustrato debe ser inspeccionado y preparado. Las superficies deben estar libres de aceite, grasa, imprimaciones, sellantes o cualquier otra sustancia que pueda impedir la adhesión. En el caso de que se detecte suciedad en el sustrato, se recomienda limpiarlo mediante proyección de agua con una manguera.

Ganchos, sujeciones, soportes y otros elementos que sea necesario instalar en el sustrato pueden ser instalados por terceros antes o después de la aplicación de Perliwool®. Tubos, conductos, tuberías u otras instalaciones que precisen ser suspendidos pueden instalarse después de la aplicación de Perliwool®, en cuyo caso se requerirá la inspección posterior del revestimiento de mortero y, si fuera necesario, su reparación.

### A.1.3 Verificaciones en obra

El espesor se debe medir en suficientes puntos para determinar el espesor medio y mínimo. En el EAD 350140-00-1106, apartado 2.3.4, se recoge un método de medida del espesor apropiado.

La densidad del mortero endurecido debe ser medida dentro de las tolerancias que se indican en los siguientes anexos.

La adhesión del mortero al sustrato se debe medir en obra. Un método apropiado es el EGOLF Agreement EA 05, que puede emplearse como base para las determinaciones en obra. El responsable de la obra debe decidir sobre la adecuación de los resultados en obra teniendo en cuenta los valores de referencia establecidos en los siguientes anexos. Para su aceptación pueden ser aplicadas las recomendaciones dadas en el EAD 350140-00-1106, apartado G.4, u otros criterios existentes, bajo la responsabilidad del técnico responsable de la obra.

<sup>10</sup> EN 13381-3 Métodos de ensayo para determinar la contribución a la resistencia al fuego de elementos estructurales. Parte 3: Protección aplicada a elementos de hormigón.

<sup>11</sup> EN 13381-4 Métodos de ensayo para determinar la contribución a la resistencia al fuego de elementos estructurales. Parte 4: Protección pasiva aplicada a elementos de acero.

## ANEXO 2. Especificación y evaluación de la prestación frente el fuego de elementos estructurales de hormigón protegidos con Perliwool® (uso previsto Tipo 3)

### A.2.1.1 Clasificación de losas y muros estructurales de hormigón

Los elementos constructivos descritos en este anexo han sido ensayados y evaluados, a dos espesores de Perliwool® diferentes (10,9 mm y 15,0 mm), de acuerdo con la EN 13381-3 y clasificados según la EN 13501-2.

El espesor equivalente de hormigón y la prestación de aislamiento se dan en el apartado A.2.1.3.

### A.2.1.2 Requisitos de instalación

La instalación del sistema se debe realizar de acuerdo con las disposiciones recogidas en A.1.2 y las siguientes especificaciones.

#### A.2.1.2.1 Elemento estructural de soporte

Perliwool® se puede aplicar sobre elementos de hormigón expuestos al fuego por un lado, tanto en posición horizontal (losas) como vertical (muros). En las tablas A.2.1.1 y A.2.1.2 se muestra la especificación de los elementos estructurales de soporte.

**Tabla A.2.1.1:** Especificación del elemento estructural de hormigón protegido con 10,9 mm de Perliwool®.

Elemento	Características	Montaje y fijaciones
Losas o muros portantes de hormigón	Espesor de la losa/muro $\geq 130$ mm	Hormigón armado.
	Densidad: $2280 \text{ kg/m}^3 \pm 15 \%$	Hormigón preparado sin desencofrante.
	Resistencia a compresión $\geq 20 \text{ N/mm}^2$	Superficie libre de aceite, grasa, polvo, etc.
	Preparado con árido calcáreo	

**Tabla A.2.1.2:** Especificación del elemento estructural de hormigón protegido con 15,0 mm de Perliwool®.

Elemento	Características	Montaje y fijaciones
Losas o muros portantes de hormigón	Espesor de la losa/muro $\geq 150$ mm	Hormigón armado.
	Densidad: $2300 \text{ kg/m}^3 \pm 15 \%$	Hormigón preparado sin desencofrante.
	Resistencia a compresión $\geq 30 \text{ N/mm}^2$	Superficie libre de aceite, grasa, polvo, etc.
	Preparado con cualquier tipo de árido	

#### A.2.1.2.2 Revestimiento de mortero de protección al fuego

Perliwool® se aplica directamente sobre las estructuras de hormigón en una capa de espesor regular hasta alcanzar el espesor requerido de acuerdo a este anexo. No resultan aceptables fisuras en el mortero endurecido.

Las especificaciones del mortero de protección al fuego se dan en la tabla A.2.1.3.



**Tabla A.2.1.3.** Especificación del revestimiento aplicado.

Producto	Características	Montaje y fijaciones
Perliwool® (Mortero endurecido)	Espesor: 10,9 mm y 15,0 mm Densidad: 300 kg/m <sup>3</sup> ± 15 %	Sin tratamiento de acabado sobre el revestimiento una vez aplicado. Revestimiento proyectado sin: - Imprimación o agente adherente - Capas de acabado o sellado - Fijaciones mecánicas o refuerzo <sup>(1)</sup> - Aditivos adicionales a los de la mezcla seca

<sup>(1)</sup> Para el revestimiento de mortero a 10,9 mm sobre un elemento estructural según tabla A.2.1.1, se instala una malla metálica expandida según EN 13658, de acero galvanizado, con un espesor de 0,3 mm y masa superficial de 1,17 kg/m<sup>2</sup>, fijada con clavos de acero al hormigón cada 60 cm tanto longitudinal como transversalmente, antes de la aplicación del mortero.

#### A.2.1.2.3 Propiedades adherentes de Perliwool® sobre losas y muros de hormigón

La evaluación de las propiedades adherentes de Perliwool®, aplicado directamente sobre estructuras de hormigón, se ha realizado de acuerdo con el procedimiento EGOLF EA 05.

Los valores indicados son representativos de la rotura adhesiva/cohesiva en la superficie del sustrato o en el espesor proyectado de Perliwool®. Éstos son valores de referencia y no reflejan una evaluación estadística ni unos valores mínimos garantizados.

**Tabla A.2.1.4.** Resistencia a la tracción sobre sustrato de hormigón.

Superficie	Espesor de Perliwool® (mm)	Resistencia media a la tracción (MPa)	Modo de rotura
Sustrato de hormigón según EGOLF EA 05	10,9 – 15,0	0,019	Adhesión

#### A.2.1.3 Evaluación de la prestación al fuego de Perliwool® sobre losas y muros de hormigón

##### A.2.1.3.1 General

El método de evaluación usado para evaluar la prestación de resistencia al fuego de Perliwool® aplicado sobre elementos de hormigón es conforme con el apartado 13 de la EN 13381-3.

##### A.2.1.3.2 Prestación de aislamiento

Los criterios de aislamiento de acuerdo con la EN 1363-1 se mantuvieron durante todo el ensayo de resistencia al fuego para ambos espesores evaluados (10,9 mm y 15,0 mm), manteniendo así su función separadora:

- Incremento de la temperatura media en la superficie no expuesta de la losa de hormigón por debajo de 140 °C.
- Incremento de la temperatura máxima en la superficie no expuesta de la losa de hormigón por debajo de 180 °C.

### A.2.1.3.3 Capacidad de adherencia

La capacidad de adherencia de Perliwool® aplicado sobre losas y muros de hormigón se determinó de acuerdo a los requisitos del apartado 13.5 de la EN 13381-3.

Las temperaturas máximas registradas en la superficie expuesta de la losa de hormigón no estuvieron en ningún momento por encima del 50 % del valor medio de todas las temperaturas registradas en la superficie expuesta de la losa (sin fallo de adherencia en ninguno de los espesores evaluados: 10,9 mm y 15,0 mm).

### A.2.1.3.4 Protección de losas y muros de hormigón

La eficiencia de aislamiento del mortero de protección con espesores de 10,9 mm y 15,0 mm, aplicado sobre losas y muros de hormigón de acuerdo a la especificación de las tablas A.2.1.1 y A.2.1.2, sujeto a la exposición térmica bajo la curva normalizada tiempo-temperatura definida en el apartado 5.1.1 de la EN 1363-1, se detalla en las siguientes tablas para un rango de temperaturas de hormigón.

**Tabla A.2.1.5:** Profundidad de hormigón respecto a la temperatura del hormigón para un espesor de protección de 10,9 mm de Perliwool®.

Duración de exposición (min)	Profundidad de las temperaturas de diseño dentro del hormigón (mm)						
	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C
120	8	-	-	-	-	-	-
150	17	5	-	-	-	-	-
180	34	14	4	-	-	-	-
210	53	25	12	4	-	-	-
240	-	44	24	11	3	-	-
270	-	54	35	20	10	3	-
300	-	-	47	30	17	8	1

**Tabla A.2.1.6:** Profundidad de hormigón respecto a la temperatura del hormigón para un espesor de protección de 15,0 mm de Perliwool®.

Duración de exposición (min)	Profundidad de las temperaturas de diseño dentro del hormigón (mm)							
	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C
30	3	-	-	-	-	-	-	-
60	18	6	-	-	-	-	-	-
90	47	15	6	-	-	-	-	-
120	65	28	15	6	-	-	-	-
150	-	45	25	15	6	-	-	-
180	-	57	39	24	14	6	-	-
210	-	68	51	35	23	14	6	-
240	-	-	60	47	32	22	14	6

**A.2.1.3.5 Espesor equivalente de hormigón para losas y muros**

El espesor equivalente de hormigón inducido por el mortero de protección Perliwool® se ha determinado de acuerdo al Anexo C de la EN 13381-3, y se muestra en la tabla A.2.1.7 (con un espesor de 10,9 mm sobre losas y muros de hormigón de acuerdo a la tabla A.2.1.1) y en la tabla A.2.1.8 (con un espesor de 15,0 mm sobre losas y muros de hormigón de acuerdo a la tabla A.2.1.2).

**Tabla A.2.1.7.** Espesor equivalente de hormigón inducido por 10,9 mm de Perliwool®.

<b>Duración (minutos)</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>180</b>	<b>240</b>
<b>Espesor equivalente de hormigón (mm)</b>	68	74	87	96	93	89

**Tabla A.2.1.8.** Espesor equivalente de hormigón inducido por 15,0 mm de Perliwool®.

<b>Duración (minutos)</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>180</b>	<b>240</b>
<b>Espesor equivalente de hormigón (mm)</b>	53	64	69	70	67	61

### A.2.2.1 Clasificación de vigas y pilares portantes de hormigón

Los elementos constructivos descritos en este anexo han sido ensayados y evaluados, a dos espesores de Perliwool® (11 mm y 40 mm), de acuerdo con EN 13381-3 y clasificados de acuerdo con EN 13501-2.

El espesor equivalente de hormigón y las prestaciones de aislamiento se dan en el apartado A.2.2.3.

### A.2.2.2 Requisitos de instalación

La instalación del sistema se debe realizar de acuerdo con las disposiciones recogidas en A.1.2 y las siguientes especificaciones.

#### A.2.2.2.1 Elemento estructural de soporte

Perliwool® se puede aplicar sobre las vigas y columnas de hormigón expuestas al fuego por más de un lado. En la tabla A.2.2.1 se muestra la especificación de los elementos estructurales de soporte.

**Tabla A.2.2.1:** Especificación del elemento estructural de hormigón con Perliwool®.

Elemento	Características	Montaje y fijaciones
Viga y columna estructural de hormigón	Altura de la sección $\geq 450$ mm*	Hormigón armado.
	Anchura de la sección $\geq 150$ mm	Hormigón preparado sin desencofrante.
	Densidad: $2280 \text{ kg/m}^3 \pm 15\%$	Superficie libre de aceite, grasa, polvo, etc.
	Resistencia a compresión $\geq 20 \text{ N/mm}^2$	La superficie del hormigón se rasca antes de aplicar el mortero.
	Preparado con árido calcáreo.	
	* Se permite reducir la altura siempre que la superficie de la sección permanezca igual o mayor, aumentando la anchura.	

#### A.2.2.2.2 Revestimiento de mortero de protección al fuego

Perliwool® se aplica directamente sobre las caras expuestas de las estructuras de hormigón a proteger, siguiendo su forma. Perliwool® se proyecta en una capa de espesor regular hasta alcanzar el espesor requerido de acuerdo a este anexo. No resultan aceptables fisuras en el mortero endurecido.

Las especificaciones del mortero de protección al fuego se dan en la tabla A.2.2.2.

**Tabla A.2.2.2:** Especificación del revestimiento aplicado.

Producto	Características	Montaje y fijaciones
Perliwool® (Mortero endurecido)	Espesor: 11 mm y 40 mm	Sin tratamiento de acabado sobre el revestimiento una vez aplicado
	Densidad: $300 \text{ kg/m}^3 \pm 15\%$	Revestimiento proyectado sin: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Imprimación o agente adherente</li> <li>- Capas de acabado o sellado</li> <li>- Fijaciones mecánicas o refuerzos</li> <li>- Aditivos adicionales a los de la mezcla seca</li> </ul>

#### A.2.2.2.3 Propiedades adherentes de Perliwool® sobre vigas y columnas de hormigón

La evaluación de las propiedades adherentes de Perliwool®, aplicado directamente sobre estructuras de hormigón, se ha realizado de acuerdo con el procedimiento EGOLF EA 05.

Los valores indicados son representativos de la rotura adhesiva/cohesiva en la superficie del sustrato o en el espesor proyectado de Perliwool®. Estos son valores de referencia y no reflejan una evaluación estadística ni unos valores mínimos garantizados.

**Tabla A.2.2.3.** Resistencia a la tracción sobre sustrato de hormigón.

Superficie	Espesor de Perliwool® (mm)	Resistencia media a la tracción (MPa)	Modo de rotura
Sustrato de hormigón según EGOLF SM5	11 – 40	0,019	Adhesiva

### A.2.2.3 Evaluación de la prestación al fuego de Perliwool® sobre vigas y columnas de hormigón

#### A.2.2.3.1 General

El método de evaluación usado para evaluar la prestación de resistencia al fuego de Perliwool® cuando se aplica sobre elementos de hormigón es conforme con el apartado 13 de la EN 13381-3.

#### A.2.2.3.2 Prestación de aislamiento

La temperatura media de la superficie no expuesta de la viga de hormigón protegida con 11 mm excedió 140 °C la temperatura inicial en el minuto 66, incumpliendo el criterio de EN 1363-1.

El criterio de aislamiento según EN 1363-1 se mantuvo por la viga de hormigón protegida con 40 mm hasta el final del ensayo de resistencia al fuego (300 minutos).

#### A.2.2.3.3 Capacidad de adherencia

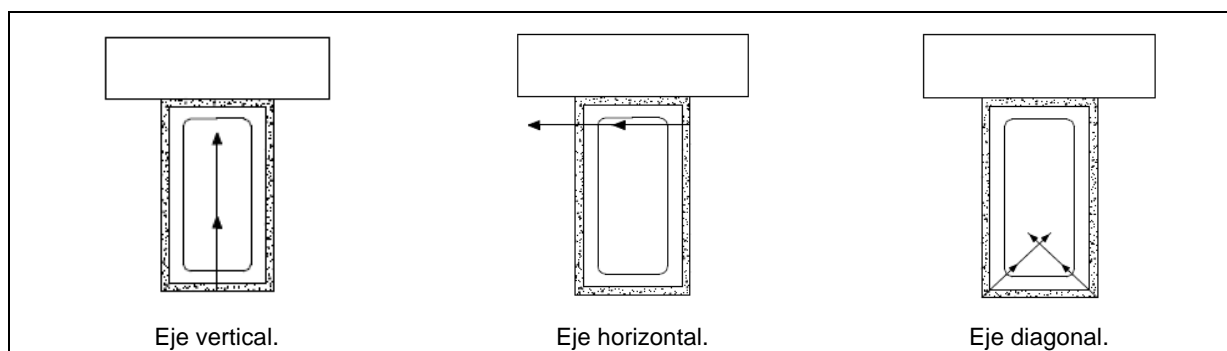
La capacidad de adherencia de Perliwool® aplicado sobre vigas y columnas de hormigón se determinó de acuerdo a los requisitos del apartado 13.5 de la EN 13381-3.

En ningún momento la temperatura máxima registrada en la superficie expuesta de la viga de hormigón protegida con 11 mm estuvo por encima del 50% del valor medio de todas las temperaturas registradas (sin fallo).

La temperatura máxima registrada en la superficie expuesta de la viga de hormigón protegida con 40 mm estuvo por encima del 50 % del valor medio de todas las temperaturas registradas durante todo el ensayo (pérdida de la capacidad de adherencia).

#### A.2.2.3.4 Protección de vigas y columnas de hormigón

La eficiencia de aislamiento con espesores de mortero de protección de 11 mm y 40 mm, aplicado sobre vigas y columnas de acuerdo a la especificación de la tabla A.2.2.1, sujeto a la exposición térmica bajo la curva normalizada tiempo-temperatura definida en el apartado 5.1.1 de la EN 1363-1, se detalla en las siguientes tablas para el rango de temperaturas de hormigón entre 150 °C y 450 °C, a lo largo de los ejes vertical, horizontal y diagonal.



**Figura A.2.2.1:** Dirección dentro de las vigas<sup>12</sup>.

**Tabla A.2.2.4:** Profundidad del hormigón vs temperatura crítica para un espesor de 11 mm de Perliwool®.

<b>Eje vertical</b>							
Tiempo (minutos)	Profundidad de las temperaturas críticas dentro del hormigón (mm)						
	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C
30	-	-	-	-	-	-	-
60	20	2	-	-	-	-	-
90	56	23	13	5	-	-	-
120	146	59	32	20	13	7	1
150	-	125	67	45	28	19	13
180	-	-	141	91	57	42	29

<b>Eje horizontal</b>							
Tiempo (minutos)	Profundidad de las temperaturas críticas dentro del hormigón (mm)						
	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C
30	-	-	-	-	-	-	-
60	24	3	-	-	-	-	-
90	56	27	16	6	-	-	-
120	-	59	35	24	16	8	1
150	-	-	64	46	31	22	15
180	-	-	-	73	56	44	33

<b>Eje diagonal</b>							
Tiempo (minutos)	Profundidad de las temperaturas críticas dentro del hormigón (mm)						
	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C
30	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-
90	79	-	-	-	-	-	-
120	-	84	47	-	-	-	-
150	-	-	96	64	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-

<sup>12</sup> En el caso de columnas, el eje vertical se refiere al eje de mayor longitud y el eje horizontal al de menor.

**Tabla A.2.2.5:** Profundidad del hormigón vs temperatura crítica para un espesor de 40 mm de Perliwool®.

<b>Eje vertical</b>							
<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Profundidad de las temperaturas críticas dentro del hormigón (mm)</b>						
	<b>150 °C</b>	<b>200 °C</b>	<b>250 °C</b>	<b>300 °C</b>	<b>350 °C</b>	<b>400 °C</b>	<b>450 °C</b>
<b>30</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>60</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>90</b>	9	-	-	-	-	-	-
<b>120</b>	15	6	-	-	-	-	-
<b>150</b>	22	12	3	-	-	-	-
<b>180</b>	47	19	10	2	-	-	-

<b>Eje horizontal</b>							
<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Profundidad de las temperaturas críticas dentro del hormigón (mm)</b>						
	<b>150 °C</b>	<b>200 °C</b>	<b>250 °C</b>	<b>300 °C</b>	<b>350 °C</b>	<b>400 °C</b>	<b>450 °C</b>
<b>30</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>60</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>90</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>120</b>	9	-	-	-	-	-	-
<b>150</b>	23	4	-	-	-	-	-
<b>180</b>	51	18	-	-	-	-	-

<b>Eje diagonal</b>							
<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Profundidad de las temperaturas críticas dentro del hormigón (mm)</b>						
	<b>150 °C</b>	<b>200 °C</b>	<b>250 °C</b>	<b>300 °C</b>	<b>350 °C</b>	<b>400 °C</b>	<b>450 °C</b>
<b>30</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>60</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>90</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>120</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>150</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>180</b>	72	-	-	-	-	-	-

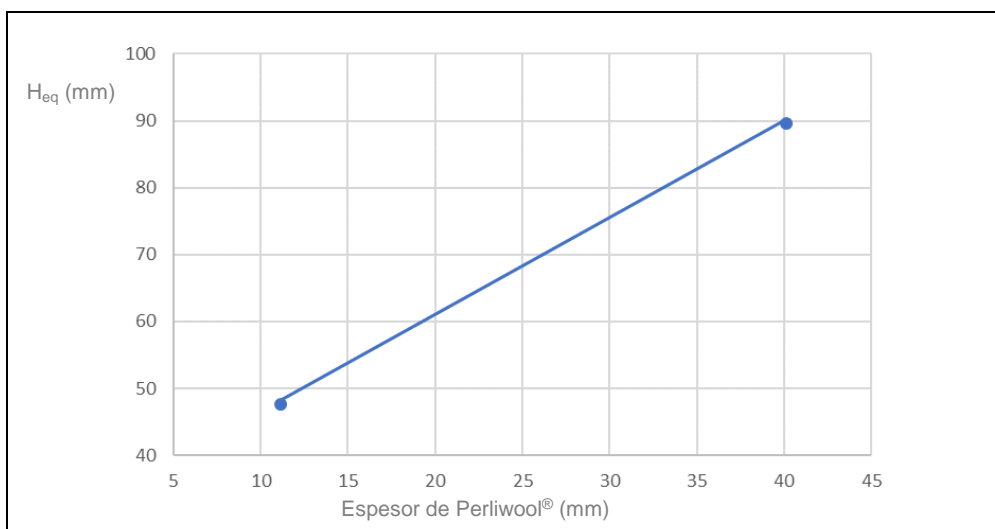
**A.2.2.3.5 Espesor equivalente de hormigón para vigas y columnas**

El espesor equivalente de hormigón inducido por el mortero de protección Perliwool®, aplicado con espesor de 11 mm y 40 mm sobre vigas o columnas de hormigón, se ha determinado de acuerdo al Anexo C de la EN 13381-3, y se muestra en la tabla A.2.2.1.

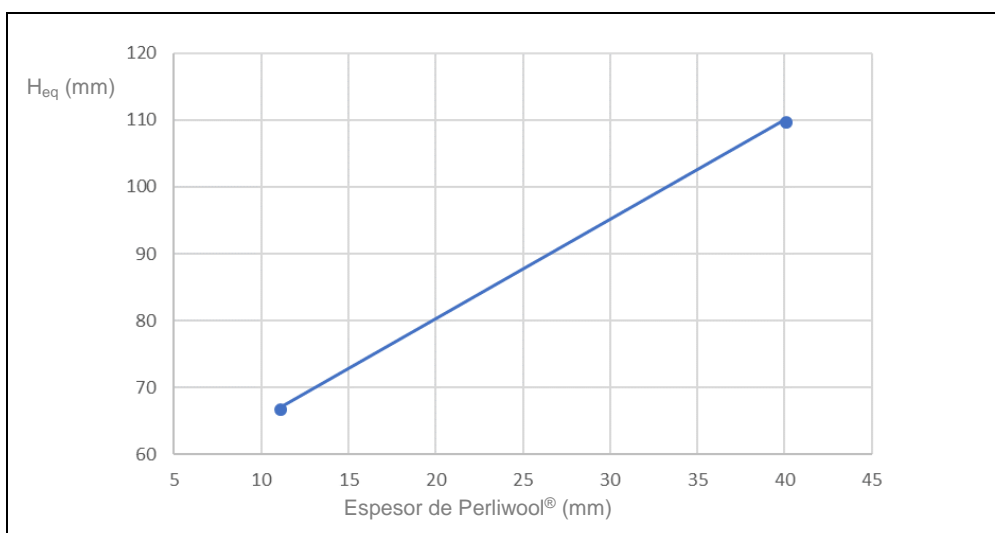
**Tabla A.2.2.6.** Espesor equivalente de hormigón inducido por Perliwool®.

<b>Periodo de tiempo (minutos)</b>		<b>30</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>180</b>	<b>240</b>
<b>Espesor equivalente de hormigón (mm)</b>	Perliwool® a 11 mm	48	67	76	75	65	-
	Perliwool® a 40 mm	90	110	122	132	130	128

El espesor equivalente de hormigón  $H_{eq}$  en función del espesor de Perliwool® se da en las figuras A.2.2.2, A.2.2.3, A.2.2.4, A.2.2.5 y A.2.2.6 para periodos de 30, 60, 90, 120 y 180 minutos respectivamente.

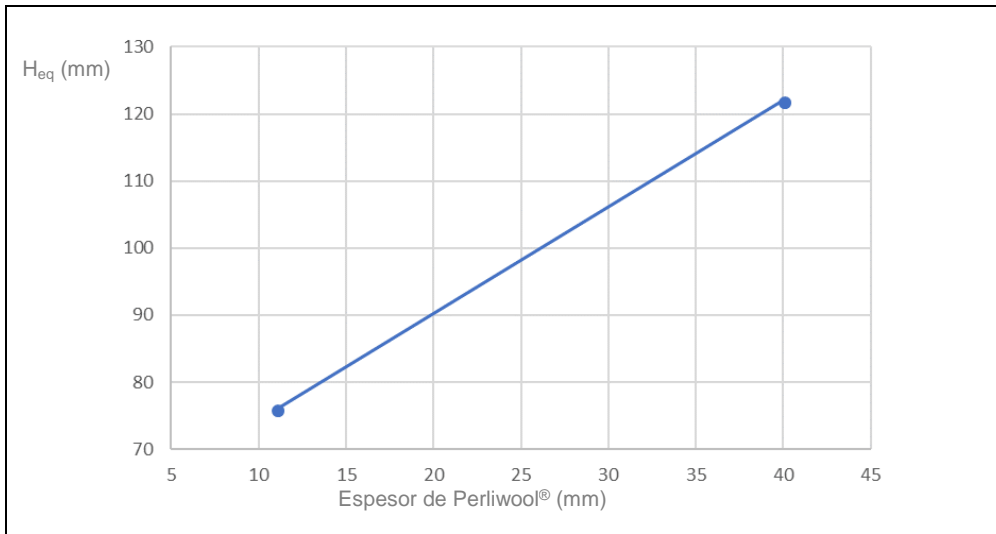


**Figura A.2.2.2:** Espesor equivalente de hormigón (30 minutos).

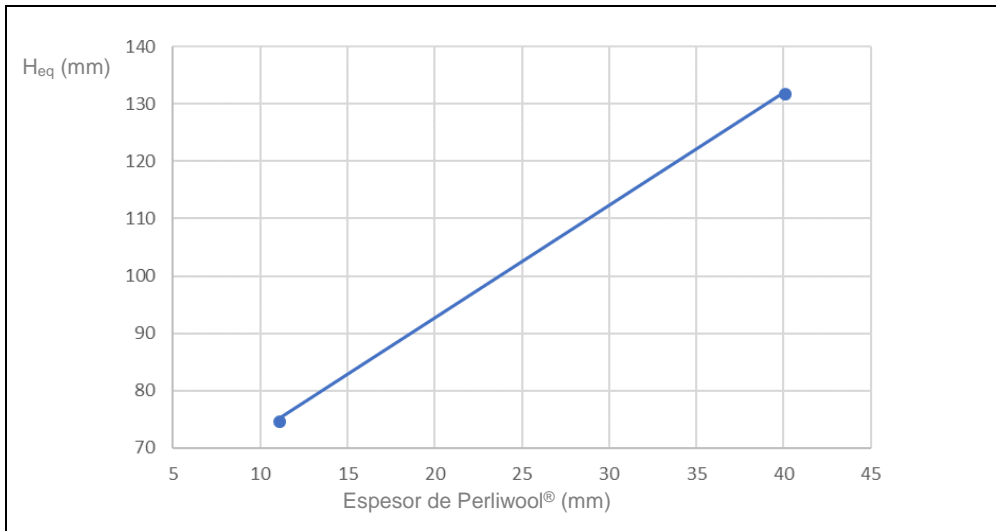


**Figura A.2.2.3:** Espesor equivalente de hormigón (60 minutos).

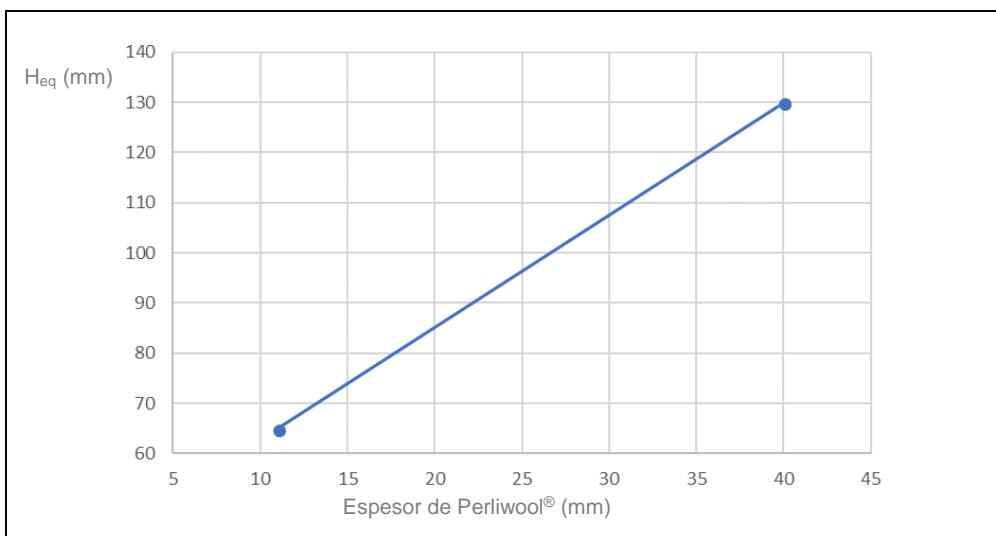




**Figura A.2.2.4:** Espesor equivalente de hormigón (90 minutos).



**Figura A.2.2.5:** Espesor equivalente de hormigón (120 minutos).



**Figura A.2.2.6:** Espesor equivalente de hormigón (180 minutos).

## **ANEXO 3. Especificación y evaluación de la prestación frente el fuego de elementos estructurales de acero protegidos con Perliwool® (uso previsto Tipo 4)**

### **A.3.1 Clasificación**

El sistema descrito en este anexo ha sido ensayado y evaluado de acuerdo con la EN 13381-4 y clasificado de acuerdo con la EN 13501-2.

La evaluación del espesor requerido del revestimiento de Perliwool® para un determinado periodo de resistencia al fuego, en el rango de temperaturas de diseño de 350 °C a 550 °C y en función del factor de forma del elemento de acero, se muestra en el apartado A.3.3.

### **A.3.2 Requisitos de instalación**

La instalación del sistema se debe realizar de acuerdo con las disposiciones recogidas en A.1.2 y las siguientes especificaciones.

#### **A.3.2.1 Elemento estructural de soporte**

El elemento de soporte consiste en elementos estructurales de acero con las siguientes características:

- Vigas y pilares de sección 'H' o 'I'.

Nota: El espesor de protección indicado para las secciones H/I (tabla A.3.3 a tabla A.3.12 de este ETE) se puede aplicar también a secciones de acero con otras formas (por ej. secciones en U, L, y T) bajo consideración del mismo factor de forma.

Vigas y pilares de sección hueca.

- Grados de acero estructural (Designación S) de acuerdo con la EN 10025<sup>13</sup> excluyendo S185.
- Factores de forma tal como se indica en las tablas A.3.3 a A.3.22 de este ETE.

Los elementos de acero con un factor de forma inferior a 70 m<sup>-1</sup> se deben proteger con el espesor de mortero Perliwool® indicado para un elemento con un factor de forma igual a 70 m<sup>-1</sup>.

- Tres lados expuestos al fuego para vigas y cuatro lados expuestos al fuego para pilares.

En el caso de vigas y pilares con menos lados expuestos al fuego, el espesor del mortero se puede aplicar de acuerdo con la tabla A.3.3 a tabla A.3.22 bajo consideración del factor de forma calculado para el caso en concreto.

En el caso de vigas expuestas al fuego por cuatro lados, véase el apartado A.3.3.

---

<sup>13</sup> EN 10025-1 a 6 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

### A.3.2.2 Superficie de los elementos de acero

Las secciones se deben chorrear SA2½ de acuerdo a ISO 8501-1 o equivalente. Las superficies deben estar limpias, secas y libres de polvo, etc.

Perliwool® se puede aplicar directamente sobre los elementos de acero o sobre el acero recubierto con una imprimación anticorrosiva epoxi de dos componentes.

### A.3.2.3 Mortero de protección contra el fuego

Perliwool® se aplica sobre las caras del elemento estructural de acero que quedan expuestas al fuego, siguiendo su geometría. Perliwool® se aplica mediante proyección de acuerdo a la tabla A.3.1 hasta alcanzar el espesor requerido de acuerdo a este anexo. No resultan aceptables fisuras en el mortero endurecido. Las especificaciones del mortero aplicado se dan en la tabla A.3.1.

**Tabla A.3.1:** Especificación del mortero aplicado.

Producto	Características	Montaje y fijaciones
Perliwool® (Mortero endurecido)	Espesor: 20 mm a 53 mm Densidad: 300 kg/m³ ± 15 %	Sin tratamiento de acabado sobre el revestimiento una vez aplicado  Para espesores bajos, el mortero se aplica en una sola capa. Para espesores medios, se aplica en dos capas. Para espesores grandes, se aplica en tres capas.  Revestimiento proyectado sin: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Imprimación o agente adherente</li> <li>- Capas de acabado o sellado</li> <li>- Fijaciones mecánicas o refuerzos</li> <li>- Aditivos adicionales a los de la mezcla seca</li> </ul>

### A.3.2.4 Propiedades adherentes de Perliwool® sobre los elementos de acero

La evaluación de las propiedades adherentes de Perliwool®, aplicado sobre elementos de acero, se ha realizado de acuerdo con el procedimiento EGOLF EA 05.

Los valores indicados son representativos de la rotura cohesiva (próxima a la superficie del mortero) en el espesor de Perliwool® proyectado. Estos son valores de referencia y no reflejan una evaluación estadística ni unos valores mínimos garantizados.

**Tabla A.2.2:** Resistencia a la tracción sobre elementos de acero.

Superficie	Espesor de Perliwool® (mm)	Resistencia media a la tracción (MPa)	Modo de rotura
Sustrato de acero de acuerdo con EGOLF EA 05	20	0,007	Cohesiva
	53	0,012	

### **A.3.3 Evaluación de la resistencia al fuego de Perliwool® en estructuras de acero**

La evaluación de la prestación de resistencia al fuego de Perliwool® aplicado en estructuras de acero se ha realizado de acuerdo con la EN 13381-4, Anexo E.5 Análisis por regresión numérica.

La prestación de resistencia al fuego de los pilares I/H se muestra en las tablas A.3.3 a A.3.7.

Nota: las tablas A.3.3 a A.3.7 también se pueden utilizar para la protección de vigas I/H expuestas al fuego por las 4 caras.

La prestación de resistencia al fuego de las vigas I/H se muestra en las tablas A.3.8 a A.3.12.

La prestación de resistencia al fuego de los pilares de sección hueca se muestra en las tablas A.3.13 a A.3.17, calculada de acuerdo con el Anexo A, apartado A.3, de la EN 13381-4.

Nota: las tablas A.3.13 a A.3.17 también se pueden utilizar para la protección de vigas de sección hueca expuestas al fuego por las 4 caras.

La prestación de resistencia al fuego de las vigas de sección hueca se muestra en las tablas A.3.18 a A.3.22, calculada de acuerdo con el Anexo A, apartado A.3, de la EN 13381-4.

**Tabla A.3.3:** Resistencia al fuego de pilares de sección I/H para una temperatura de diseño de 350 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 350 °C							
70	19	19	19	19	23	34	44	-
80	19	19	19	19	26	36	46	-
90	19	19	19	19	28	38	47	-
100	19	19	19	21	30	39	48	-
110	19	19	19	22	31	40	49	-
120	19	19	19	23	32	41	49	-
130	19	19	20	24	33	41	50	-
140	19	19	21	25	33	42	50	-
150	19	19	21	26	34	42	50	-
160	19	19	22	26	34	42	51	-
170	19	19	23	27	35	43	51	-
180	19	19	23	27	35	43	51	-
190	19	19	23	27	35	43	-	-
200	19	20	24	28	36	43	-	-
210	19	20	24	28	36	44	-	-
220	19	20	24	28	36	44	-	-
230	19	21	25	28	36	44	-	-
240	19	21	25	29	36	44	-	-
250	19	21	25	29	37	44	-	-
260	19	21	25	29	37	44	-	-
270	19	22	25	29	37	44	-	-
280	19	22	26	29	37	45	-	-
290	19	22	26	29	37	45	-	-
300	19	22	26	30	37	45	-	-
310	19	22	26	30	37	45	-	-
320	19	22	26	30	37	45	-	-
330	19	22	26	30	37	45	-	-

**Tabla A.3.4:** Resistencia al fuego de pilares de sección I/H para una temperatura de diseño de 400 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 400 °C							
70	19	19	19	19	20	29	39	49
80	19	19	19	19	23	32	41	50
90	19	19	19	19	25	34	43	-
100	19	19	19	19	27	36	44	-
110	19	19	19	20	28	37	45	-
120	19	19	19	21	29	38	46	-
130	19	19	19	22	30	38	47	-
140	19	19	19	23	31	39	47	-
150	19	19	20	24	32	40	47	-
160	19	19	21	24	32	40	48	-
170	19	19	21	25	33	40	48	-
180	19	19	22	25	33	41	48	-
190	19	19	22	26	33	41	49	-
200	19	19	22	26	34	41	49	-
210	19	19	23	27	34	42	49	-
220	19	19	23	27	34	42	49	-
230	19	20	23	27	35	42	49	-
240	19	20	24	27	35	42	50	-
250	19	20	24	28	35	42	50	-
260	19	20	24	28	35	42	50	-
270	19	21	24	28	35	43	50	-
280	19	21	24	28	35	43	50	-
290	19	21	25	28	36	43	50	-
300	19	21	25	28	36	43	50	-
310	19	21	25	29	36	43	50	-
320	19	21	25	29	36	43	50	-
330	19	22	25	29	36	43	51	-

Tabla A.3.5: Resistencia al fuego de pilares de sección I/H para una temperatura de diseño de 450 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 450 °C							
70	19	19	19	19	19	26	34	43
80	19	19	19	19	20	29	37	46
90	19	19	19	19	23	31	39	48
100	19	19	19	19	25	33	41	49
110	19	19	19	19	26	34	42	50
120	19	19	19	19	27	35	43	51
130	19	19	19	21	28	36	44	-
140	19	19	19	21	29	37	44	-
150	19	19	19	22	30	37	45	-
160	19	19	19	23	30	38	45	-
170	19	19	20	23	31	38	46	-
180	19	19	20	24	31	39	46	-
190	19	19	21	24	32	39	46	-
200	19	19	21	25	32	39	47	-
210	19	19	22	25	32	40	47	-
220	19	19	22	25	33	40	47	-
230	19	19	22	26	33	40	47	-
240	19	19	22	26	33	40	48	-
250	19	19	23	26	33	41	48	-
260	19	19	23	26	34	41	48	-
270	19	20	23	27	34	41	48	-
280	19	20	23	27	34	41	48	-
290	19	20	24	27	34	41	48	-
300	19	20	24	27	34	41	48	-
310	19	20	24	27	34	42	49	-
320	19	20	24	28	35	42	49	-
330	19	21	24	28	35	42	49	-

**Tabla A.3.6:** Resistencia al fuego de pilares de sección I/H para una temperatura de diseño de 500 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	<b>Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 500 °C</b>							
<b>70</b>	19	19	19	19	19	22	31	39
<b>80</b>	19	19	19	19	19	26	34	42
<b>90</b>	19	19	19	19	20	28	36	44
<b>100</b>	19	19	19	19	22	30	38	45
<b>110</b>	19	19	19	19	24	31	39	47
<b>120</b>	19	19	19	19	25	33	40	48
<b>130</b>	19	19	19	19	26	34	41	48
<b>140</b>	19	19	19	20	27	35	42	49
<b>150</b>	19	19	19	21	28	35	42	50
<b>160</b>	19	19	19	21	29	36	43	50
<b>170</b>	19	19	19	22	29	36	44	51
<b>180</b>	19	19	19	23	30	37	44	-
<b>190</b>	19	19	20	23	30	37	44	-
<b>200</b>	19	19	20	24	31	38	45	-
<b>210</b>	19	19	20	24	31	38	45	-
<b>220</b>	19	19	21	24	31	38	45	-
<b>230</b>	19	19	21	25	32	39	45	-
<b>240</b>	19	19	21	25	32	39	46	-
<b>250</b>	19	19	22	25	32	39	46	-
<b>260</b>	19	19	22	25	32	39	46	-
<b>270</b>	19	19	22	26	32	39	46	-
<b>280</b>	19	19	22	26	33	40	46	-
<b>290</b>	19	19	23	26	33	40	47	-
<b>300</b>	19	19	23	26	33	40	47	-
<b>310</b>	19	19	23	26	33	40	47	-
<b>320</b>	19	20	23	26	33	40	47	-
<b>330</b>	19	20	23	27	33	40	47	-



**Tabla A.3.7:** Resistencia al fuego de pilares de sección I/H para una temperatura de diseño de 550 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 550 °C							
70	19	19	19	19	19	19	27	35
80	19	19	19	19	19	23	31	38
90	19	19	19	19	19	26	33	40
100	19	19	19	19	20	28	35	42
110	19	19	19	19	22	29	36	44
120	19	19	19	19	23	30	38	45
130	19	19	19	19	25	32	39	46
140	19	19	19	19	25	32	40	47
150	19	19	19	19	26	33	40	47
160	19	19	19	20	27	34	41	48
170	19	19	19	21	28	35	41	48
180	19	19	19	21	28	35	42	49
190	19	19	19	22	29	36	42	49
200	19	19	19	22	29	36	43	50
210	19	19	19	23	29	36	43	50
220	19	19	20	23	30	37	43	50
230	19	19	20	23	30	37	44	50
240	19	19	20	24	30	37	44	51
250	19	19	21	24	31	37	44	51
260	19	19	21	24	31	38	44	-
270	19	19	21	25	31	38	45	-
280	19	19	21	25	31	38	45	-
290	19	19	22	25	32	38	45	-
300	19	19	22	25	32	38	45	-
310	19	19	22	25	32	39	45	-
320	19	19	22	25	32	39	45	-
330	19	19	22	26	32	39	46	-

**Tabla A.3.8:** Resistencia al fuego de vigas de sección I/H para una temperatura de diseño de 350 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 350 °C								
70	20	20	20	20	23	34	44	-
80	20	20	20	20	26	36	46	-
90	20	20	20	20	28	38	47	-
100	20	20	20	21	30	39	48	-
110	20	20	20	22	31	40	49	-
120	20	20	20	23	32	41	49	-
130	20	20	20	24	33	41	50	-
140	20	20	21	25	33	42	50	-
150	20	20	21	26	34	42	50	-
160	20	20	22	26	34	42	51	-
170	20	20	23	27	35	43	51	-
180	20	20	23	27	35	43	51	-
190	20	20	23	27	35	43	51	-
200	20	20	24	28	36	43	51	-
210	20	20	24	28	36	44	51	-
220	20	20	24	28	36	44	52	-
230	20	21	25	28	36	44	52	-
240	20	21	25	29	36	44	52	-
250	20	21	25	29	37	44	52	-
260	20	21	25	29	37	44	52	-
270	20	22	25	29	37	44	52	-
280	20	22	26	29	37	45	52	-
290	20	22	26	29	37	45	52	-
300	20	22	26	30	37	45	52	-
310	20	22	26	30	37	45	52	-
320	20	22	26	30	37	45	52	-
330	20	22	26	30	37	45	52	-

**Tabla A.3.9:** Resistencia al fuego de vigas de sección I/H para una temperatura de diseño de 400 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	<b>Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 400 °C</b>							
<b>70</b>	20	20	20	20	20	29	39	49
<b>80</b>	20	20	20	20	23	32	41	50
<b>90</b>	20	20	20	20	25	34	43	52
<b>100</b>	20	20	20	20	27	36	44	53
<b>110</b>	20	20	20	20	28	37	45	-
<b>120</b>	20	20	20	21	29	38	46	-
<b>130</b>	20	20	20	22	30	38	47	-
<b>140</b>	20	20	20	23	31	39	47	-
<b>150</b>	20	20	20	24	32	40	47	-
<b>160</b>	20	20	21	24	32	40	48	-
<b>170</b>	20	20	21	25	33	40	48	-
<b>180</b>	20	20	22	25	33	41	48	-
<b>190</b>	20	20	22	26	33	41	49	-
<b>200</b>	20	20	22	26	34	41	49	-
<b>210</b>	20	20	23	27	34	42	49	-
<b>220</b>	20	20	23	27	34	42	49	-
<b>230</b>	20	20	23	27	35	42	49	-
<b>240</b>	20	20	24	27	35	42	50	-
<b>250</b>	20	20	24	28	35	42	50	-
<b>260</b>	20	20	24	28	35	42	50	-
<b>270</b>	20	21	24	28	35	43	50	-
<b>280</b>	20	21	24	28	35	43	50	-
<b>290</b>	20	21	25	28	36	43	50	-
<b>300</b>	20	21	25	28	36	43	50	-
<b>310</b>	20	21	25	29	36	43	50	-
<b>320</b>	20	21	25	29	36	43	50	-
<b>330</b>	20	22	25	29	36	43	51	-

**Tabla A.3.10:** Resistencia al fuego de vigas de sección I/H para una temperatura de diseño de 450 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	<b>Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 450 °C</b>							
<b>70</b>	20	20	20	20	20	26	34	43
<b>80</b>	20	20	20	20	20	29	37	46
<b>90</b>	20	20	20	20	23	31	39	48
<b>100</b>	20	20	20	20	25	33	41	49
<b>110</b>	20	20	20	20	26	34	42	50
<b>120</b>	20	20	20	20	27	35	43	51
<b>130</b>	20	20	20	21	28	36	44	51
<b>140</b>	20	20	20	21	29	37	44	52
<b>150</b>	20	20	20	22	30	37	45	52
<b>160</b>	20	20	20	23	30	38	45	53
<b>170</b>	20	20	20	23	31	38	46	-
<b>180</b>	20	20	20	24	31	39	46	-
<b>190</b>	20	20	21	24	32	39	46	-
<b>200</b>	20	20	21	25	32	39	47	-
<b>210</b>	20	20	22	25	32	40	47	-
<b>220</b>	20	20	22	25	33	40	47	-
<b>230</b>	20	20	22	26	33	40	47	-
<b>240</b>	20	20	22	26	33	40	48	-
<b>250</b>	20	20	23	26	33	41	48	-
<b>260</b>	20	20	23	26	34	41	48	-
<b>270</b>	20	20	23	27	34	41	48	-
<b>280</b>	20	20	23	27	34	41	48	-
<b>290</b>	20	20	24	27	34	41	48	-
<b>300</b>	20	20	24	27	34	41	48	-
<b>310</b>	20	20	24	27	34	42	49	-
<b>320</b>	20	20	24	28	35	42	49	-
<b>330</b>	20	21	24	28	35	42	49	-

**Tabla A.3.11:** Resistencia al fuego de vigas de sección I/H para una temperatura de diseño de 500 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	<b>Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 500 °C</b>							
<b>70</b>	20	20	20	20	20	22	31	39
<b>80</b>	20	20	20	20	20	26	34	42
<b>90</b>	20	20	20	20	20	28	36	44
<b>100</b>	20	20	20	20	22	30	38	45
<b>110</b>	20	20	20	20	24	31	39	47
<b>120</b>	20	20	20	20	25	33	40	48
<b>130</b>	20	20	20	20	26	34	41	48
<b>140</b>	20	20	20	20	27	35	42	49
<b>150</b>	20	20	20	21	28	35	42	50
<b>160</b>	20	20	20	21	29	36	43	50
<b>170</b>	20	20	20	22	29	36	44	51
<b>180</b>	20	20	20	23	30	37	44	51
<b>190</b>	20	20	20	23	30	37	44	51
<b>200</b>	20	20	20	24	31	38	45	52
<b>210</b>	20	20	20	24	31	38	45	52
<b>220</b>	20	20	21	24	31	38	45	52
<b>230</b>	20	20	21	25	32	39	45	52
<b>240</b>	20	20	21	25	32	39	46	53
<b>250</b>	20	20	22	25	32	39	46	53
<b>260</b>	20	20	22	25	32	39	46	-
<b>270</b>	20	20	22	26	32	39	46	-
<b>280</b>	20	20	22	26	33	40	46	-
<b>290</b>	20	20	23	26	33	40	47	-
<b>300</b>	20	20	23	26	33	40	47	-
<b>310</b>	20	20	23	26	33	40	47	-
<b>320</b>	20	20	23	26	33	40	47	-
<b>330</b>	20	20	23	27	33	40	47	-

**Tabla A.3.12:** Resistencia al fuego de vigas de sección I/H para una temperatura de diseño de 550 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	<b>Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 550 °C</b>							
<b>70</b>	20	20	20	20	20	20	27	35
<b>80</b>	20	20	20	20	20	23	31	38
<b>90</b>	20	20	20	20	20	26	33	40
<b>100</b>	20	20	20	20	20	28	35	42
<b>110</b>	20	20	20	20	22	29	36	44
<b>120</b>	20	20	20	20	23	30	38	45
<b>130</b>	20	20	20	20	25	32	39	46
<b>140</b>	20	20	20	20	25	32	40	47
<b>150</b>	20	20	20	20	26	33	40	47
<b>160</b>	20	20	20	20	27	34	41	48
<b>170</b>	20	20	20	21	28	35	41	48
<b>180</b>	20	20	20	21	28	35	42	49
<b>190</b>	20	20	20	22	29	36	42	49
<b>200</b>	20	20	20	22	29	36	43	50
<b>210</b>	20	20	20	23	29	36	43	50
<b>220</b>	20	20	20	23	30	37	43	50
<b>230</b>	20	20	20	23	30	37	44	50
<b>240</b>	20	20	20	24	30	37	44	51
<b>250</b>	20	20	21	24	31	37	44	51
<b>260</b>	20	20	21	24	31	38	44	51
<b>270</b>	20	20	21	25	31	38	45	51
<b>280</b>	20	20	21	25	31	38	45	51
<b>290</b>	20	20	22	25	32	38	45	52
<b>300</b>	20	20	22	25	32	38	45	52
<b>310</b>	20	20	22	25	32	39	45	52
<b>320</b>	20	20	22	25	32	39	45	52
<b>330</b>	20	20	22	26	32	39	46	52

**Tabla A.3.13:** Resistencia al fuego de pilares de sección hueca para una temperatura de diseño de 350 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 350 °C							
70	20	20	20	20	25	36	47	-
80	21	21	21	21	28	39	50	-
90	21	21	21	21	31	41	51	-
100	21	21	21	23	33	43	-	-
110	21	21	21	25	34	44	-	-
120	21	21	21	26	36	45	-	-
130	21	21	23	27	37	47	-	-
140	22	22	24	28	38	47	-	-
150	22	22	25	29	39	48	-	-
160	22	22	26	30	40	49	-	-
170	22	22	26	31	41	50	-	-
180	22	22	27	32	41	51	-	-
190	23	23	28	33	42	51	-	-
200	23	24	29	33	43	-	-	-
210	23	24	29	34	43	-	-	-
220	23	25	30	34	44	-	-	-
230	23	25	30	35	45	-	-	-
240	24	26	31	36	45	-	-	-
250	24	26	31	36	46	-	-	-
260	24	27	32	36	46	-	-	-
270	24	27	32	36	46	-	-	-
280	24	27	32	37	46	-	-	-
290	24	27	32	37	46	-	-	-
300	24	28	32	37	46	-	-	-
310	24	28	32	37	47	-	-	-
320	24	28	33	37	47	-	-	-
330	24	28	33	37	47	-	-	-

**Tabla A.3.14:** Resistencia al fuego de pilares de sección hueca para una temperatura de diseño de 400 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 400 °C							
70	20	20	20	20	21	31	42	-
80	21	21	21	21	25	35	45	-
90	21	21	21	21	28	37	47	-
100	21	21	21	21	30	39	49	-
110	21	21	21	22	32	41	50	-
120	21	21	21	24	33	42	51	-
130	21	21	21	25	34	43	-	-
140	22	22	22	26	35	45	-	-
150	22	22	23	27	36	46	-	-
160	22	22	24	28	37	46	-	-
170	22	22	25	29	38	47	-	-
180	22	22	25	30	39	48	-	-
190	23	23	26	31	40	49	-	-
200	23	23	27	31	41	50	-	-
210	23	23	28	32	41	50	-	-
220	23	24	28	33	42	51	-	-
230	23	24	29	33	42	-	-	-
240	24	25	29	34	43	-	-	-
250	24	25	30	34	44	-	-	-
260	24	25	30	35	44	-	-	-
270	24	26	30	35	44	-	-	-
280	24	26	31	35	44	-	-	-
290	24	26	31	35	44	-	-	-
300	24	26	31	35	45	-	-	-
310	24	27	31	36	45	-	-	-
320	24	27	31	36	45	-	-	-
330	24	27	31	36	45	-	-	-



**Tabla A.3.15:** Resistencia al fuego de pilares de sección hueca para una temperatura de diseño de 450 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 450 °C							
70	20	20	20	20	20	27	37	46
80	21	21	21	21	22	31	40	49
90	21	21	21	21	25	34	43	-
100	21	21	21	21	27	36	45	-
110	21	21	21	21	29	38	47	-
120	21	21	21	22	31	39	48	-
130	21	21	21	23	32	41	49	-
140	22	22	22	24	33	42	51	-
150	22	22	22	26	34	43	-	-
160	22	22	22	27	35	44	-	-
170	22	22	23	27	36	45	-	-
180	22	22	24	28	37	46	-	-
190	23	23	25	29	38	47	-	-
200	23	23	25	30	39	47	-	-
210	23	23	26	30	39	48	-	-
220	23	23	27	31	40	49	-	-
230	23	23	27	32	41	49	-	-
240	24	24	28	32	41	50	-	-
250	24	24	28	33	42	51	-	-
260	24	24	29	33	42	51	-	-
270	24	24	29	33	42	51	-	-
280	24	25	29	34	42	51	-	-
290	24	25	29	34	43	-	-	-
300	24	25	30	34	43	-	-	-
310	24	25	30	34	43	-	-	-
320	24	26	30	34	43	-	-	-
330	24	26	30	35	43	-	-	-

**Tabla A.3.16:** Resistencia al fuego de pilares de sección hueca para una temperatura de diseño de 500 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 500 °C							
70	20	20	20	20	20	24	33	42
80	21	21	21	21	21	28	36	45
90	21	21	21	21	22	31	39	48
100	21	21	21	21	25	33	41	50
110	21	21	21	21	27	35	43	-
120	21	21	21	21	28	37	45	-
130	21	21	21	21	30	38	46	-
140	22	22	22	23	31	39	48	-
150	22	22	22	24	32	40	49	-
160	22	22	22	25	33	42	50	-
170	22	22	22	26	34	43	51	-
180	22	22	22	27	35	43	-	-
190	23	23	23	27	36	44	-	-
200	23	23	24	28	37	45	-	-
210	23	23	25	29	37	46	-	-
220	23	23	25	30	38	47	-	-
230	23	23	26	30	39	47	-	-
240	24	24	26	31	39	48	-	-
250	24	24	27	31	40	49	-	-
260	24	24	27	32	40	49	-	-
270	24	24	28	32	41	49	-	-
280	24	24	28	32	41	49	-	-
290	24	24	28	32	41	50	-	-
300	24	24	28	33	41	50	-	-
310	24	24	29	33	41	50	-	-
320	24	25	29	33	42	50	-	-
330	24	25	29	33	42	50	-	-

**Tabla A.3.17:** Resistencia al fuego de pilares de sección hueca para una temperatura de diseño de 550 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 550 °C							
70	20	20	20	20	20	21	29	37
80	21	21	21	21	21	25	33	41
90	21	21	21	21	21	28	36	44
100	21	21	21	21	22	30	38	46
110	21	21	21	21	24	32	40	48
120	21	21	21	21	26	34	42	50
130	21	21	21	21	28	36	44	-
140	22	22	22	22	29	37	45	-
150	22	22	22	22	30	38	46	-
160	22	22	22	23	31	39	47	-
170	22	22	22	24	32	40	48	-
180	22	22	22	25	33	41	49	-
190	23	23	23	26	34	42	50	-
200	23	23	23	27	35	43	51	-
210	23	23	23	27	36	44	-	-
220	23	23	24	28	36	45	-	-
230	23	23	25	29	37	45	-	-
240	24	24	25	29	38	46	-	-
250	24	24	26	30	38	47	-	-
260	24	24	26	30	39	47	-	-
270	24	24	26	31	39	47	-	-
280	24	24	27	31	39	48	-	-
290	24	24	27	31	40	48	-	-
300	24	24	27	31	40	48	-	-
310	24	24	27	32	40	48	-	-
320	24	24	28	32	40	48	-	-
330	24	24	28	32	40	49	-	-

**Tabla A.3.18:** Resistencia al fuego de vigas de sección hueca para una temperatura de diseño de 350 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 350 °C							
70	21	21	21	21	25	36	47	-
80	22	22	22	22	28	39	50	-
90	22	22	22	22	31	41	51	-
100	22	22	22	23	33	43	53	-
110	22	22	22	25	34	44	-	-
120	22	22	22	26	36	45	-	-
130	23	23	23	27	37	47	-	-
140	23	23	24	28	38	47	-	-
150	23	23	25	29	39	48	-	-
160	23	23	26	30	40	49	-	-
170	23	23	26	31	41	50	-	-
180	24	24	27	32	41	51	-	-
190	24	24	28	33	42	51	-	-
200	24	24	29	33	43	52	-	-
210	24	24	29	34	43	53	-	-
220	24	25	30	34	44	53	-	-
230	25	25	30	35	45	-	-	-
240	25	26	31	36	45	-	-	-
250	25	26	31	36	46	-	-	-
260	25	27	32	36	46	-	-	-
270	25	27	32	36	46	-	-	-
280	25	27	32	37	46	-	-	-
290	25	27	32	37	46	-	-	-
300	25	28	32	37	46	-	-	-
310	25	28	32	37	47	-	-	-
320	25	28	33	37	47	-	-	-
330	25	28	33	37	47	-	-	-

**Tabla A.3.19:** Resistencia al fuego de vigas de sección hueca para una temperatura de diseño de 400 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	<b>Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 400 °C</b>							
<b>70</b>	21	21	21	21	21	31	42	52
<b>80</b>	22	22	22	22	25	35	45	-
<b>90</b>	22	22	22	22	28	37	47	-
<b>100</b>	22	22	22	22	30	39	49	-
<b>110</b>	22	22	22	22	32	41	50	-
<b>120</b>	22	22	22	24	33	42	51	-
<b>130</b>	23	23	23	25	34	43	53	-
<b>140</b>	23	23	23	26	35	45	-	-
<b>150</b>	23	23	23	27	36	46	-	-
<b>160</b>	23	23	24	28	37	46	-	-
<b>170</b>	23	23	25	29	38	47	-	-
<b>180</b>	24	24	25	30	39	48	-	-
<b>190</b>	24	24	26	31	40	49	-	-
<b>200</b>	24	24	27	31	41	50	-	-
<b>210</b>	24	24	28	32	41	50	-	-
<b>220</b>	24	24	28	33	42	51	-	-
<b>230</b>	25	25	29	33	42	52	-	-
<b>240</b>	25	25	29	34	43	52	-	-
<b>250</b>	25	25	30	34	44	53	-	-
<b>260</b>	25	25	30	35	44	53	-	-
<b>270</b>	25	26	30	35	44	53	-	-
<b>280</b>	25	26	31	35	44	53	-	-
<b>290</b>	25	26	31	35	44	-	-	-
<b>300</b>	25	26	31	35	45	-	-	-
<b>310</b>	25	27	31	36	45	-	-	-
<b>320</b>	25	27	31	36	45	-	-	-
<b>330</b>	25	27	31	36	45	-	-	-

**Tabla A.3.20:** Resistencia al fuego de vigas de sección hueca para una temperatura de diseño de 450 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	<b>Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 450 °C</b>							
<b>70</b>	21	21	21	21	21	27	37	46
<b>80</b>	22	22	22	22	22	31	40	49
<b>90</b>	22	22	22	22	25	34	43	52
<b>100</b>	22	22	22	22	27	36	45	-
<b>110</b>	22	22	22	22	29	38	47	-
<b>120</b>	22	22	22	22	31	39	48	-
<b>130</b>	23	23	23	23	32	41	49	-
<b>140</b>	23	23	23	24	33	42	51	-
<b>150</b>	23	23	23	26	34	43	52	-
<b>160</b>	23	23	23	27	35	44	53	-
<b>170</b>	23	23	23	27	36	45	-	-
<b>180</b>	24	24	24	28	37	46	-	-
<b>190</b>	24	24	25	29	38	47	-	-
<b>200</b>	24	24	25	30	39	47	-	-
<b>210</b>	24	24	26	30	39	48	-	-
<b>220</b>	24	24	27	31	40	49	-	-
<b>230</b>	25	25	27	32	41	49	-	-
<b>240</b>	25	25	28	32	41	50	-	-
<b>250</b>	25	25	28	33	42	51	-	-
<b>260</b>	25	25	29	33	42	51	-	-
<b>270</b>	25	25	29	33	42	51	-	-
<b>280</b>	25	25	29	34	42	51	-	-
<b>290</b>	25	25	29	34	43	52	-	-
<b>300</b>	25	25	30	34	43	52	-	-
<b>310</b>	25	25	30	34	43	52	-	-
<b>320</b>	25	26	30	34	43	52	-	-
<b>330</b>	25	26	30	35	43	52	-	-

**Tabla A.3.21:** Resistencia al fuego de vigas de sección hueca para una temperatura de diseño de 500 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	<b>Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 500 °C</b>							
<b>70</b>	21	21	21	21	21	24	33	42
<b>80</b>	22	22	22	22	22	28	36	45
<b>90</b>	22	22	22	22	22	31	39	48
<b>100</b>	22	22	22	22	25	33	41	50
<b>110</b>	22	22	22	22	27	35	43	52
<b>120</b>	22	22	22	22	28	37	45	53
<b>130</b>	23	23	23	23	30	38	46	-
<b>140</b>	23	23	23	23	31	39	48	-
<b>150</b>	23	23	23	24	32	40	49	-
<b>160</b>	23	23	23	25	33	42	50	-
<b>170</b>	23	23	23	26	34	43	51	-
<b>180</b>	24	24	24	27	35	43	52	-
<b>190</b>	24	24	24	27	36	44	53	-
<b>200</b>	24	24	24	28	37	45	-	-
<b>210</b>	24	24	25	29	37	46	-	-
<b>220</b>	24	24	25	30	38	47	-	-
<b>230</b>	25	25	26	30	39	47	-	-
<b>240</b>	25	25	26	31	39	48	-	-
<b>250</b>	25	25	27	31	40	49	-	-
<b>260</b>	25	25	27	32	40	49	-	-
<b>270</b>	25	25	28	32	41	49	-	-
<b>280</b>	25	25	28	32	41	49	-	-
<b>290</b>	25	25	28	32	41	50	-	-
<b>300</b>	25	25	28	33	41	50	-	-
<b>310</b>	25	25	29	33	41	50	-	-
<b>320</b>	25	25	29	33	42	50	-	-
<b>330</b>	25	25	29	33	42	50	-	-

**Tabla A.3.22:** Resistencia al fuego de vigas de sección hueca para una temperatura de diseño de 550 °C.

Factor de forma $A_m/V$ (m <sup>-1</sup> )	Clasificación de la resistencia al fuego							
	15 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
	<b>Espesor de Perliwool® (mm) para una temperatura de diseño de 550 °C</b>							
<b>70</b>	21	21	21	21	21	21	29	37
<b>80</b>	22	22	22	22	22	25	33	41
<b>90</b>	22	22	22	22	22	28	36	44
<b>100</b>	22	22	22	22	22	30	38	46
<b>110</b>	22	22	22	22	24	32	40	48
<b>120</b>	22	22	22	22	26	34	42	50
<b>130</b>	23	23	23	23	28	36	44	52
<b>140</b>	23	23	23	23	29	37	45	53
<b>150</b>	23	23	23	23	30	38	46	-
<b>160</b>	23	23	23	23	31	39	47	-
<b>170</b>	23	23	23	24	32	40	48	-
<b>180</b>	24	24	24	25	33	41	49	-
<b>190</b>	24	24	24	26	34	42	50	-
<b>200</b>	24	24	24	27	35	43	51	-
<b>210</b>	24	24	24	27	36	44	52	-
<b>220</b>	24	24	24	28	36	45	53	-
<b>230</b>	25	25	25	29	37	45	-	-
<b>240</b>	25	25	25	29	38	46	-	-
<b>250</b>	25	25	26	30	38	47	-	-
<b>260</b>	25	25	26	30	39	47	-	-
<b>270</b>	25	25	26	31	39	47	-	-
<b>280</b>	25	25	27	31	39	48	-	-
<b>290</b>	25	25	27	31	40	48	-	-
<b>300</b>	25	25	27	31	40	48	-	-
<b>310</b>	25	25	27	32	40	48	-	-
<b>320</b>	25	25	28	32	40	48	-	-
<b>330</b>	25	25	28	32	40	49	-	-