



Evaluación Técnica Europea

ETA 11/0185
de 05.08.2019



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	TECWOOL F®
Área de producto a la que pertenece	Revestimiento de mortero para contribución a la resistencia al fuego.
Fabricante	TECRESA Protección Pasiva SL Parque Leganés Tecnológico Margarita Salas 6 ES-28919 Leganés (Madrid) España
Planta(s) de fabricación	Según Anexo N custodiado por el ITeC.
La presente Evaluación Técnica Europea contiene:	34 páginas incluyendo 3 anexos que forman parte del documento y El 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 Europea EAD 350140-00-1106.
Esta versión reemplaza	ETA 11/0185, emitido el 13.10.2016.

Comentarios Generales

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, debe ser integral (salvo Anexo(s) confidencial(es)).

Partes específicas de la Evaluación Técnica Europea

1 Descripción técnica del producto

TECWOOL F® es un revestimiento de mortero aplicado por proyección para contribución a la resistencia al fuego, compuesto de lana mineral, cemento blanco y aditivos, con el ligante incluido como parte de la mezcla en polvo. TECWOOL F® se proyecta en seco y se mezcla con agua en la boquilla de la manguera.

El revestimiento considerado en este ETE no requiere de componentes adicionales para su instalación (ETE según opción 1 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 los Anexos 2 y 3.

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

Los usos previstos de TECWOOL F® 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 ₂
Tipo 4	Elementos estructurales de acero	Tipo Z ₂

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

- Tipo Z₂: 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 TECWOOL F® 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 TECWOOL F[®] se ha realizado de acuerdo al EAD 350140-00-1106 *Revestimientos de mortero y kits para contribución a la resistencia al fuego (Septiembre 2017)*.

Tabla 2: Prestaciones de TECWOOL F[®].

Producto: TECWOOL F [®]		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 Anexos	
	Durabilidad	Tipo Z ₂	
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 17 mm	$\alpha_w = 0,60$; Clase C
		Espesor 26 mm	$\alpha_w = 0,80$; Clase B
RB 6 Ahorro de energía y aislamiento térmico	Conductividad térmica	$\lambda_{U,90/90(23/50)}$	0,075 W/(m·K)
		$\lambda_{U,90/90(23/80)}$	0,080 W/(m·K)
	Permeabilidad al vapor de agua (μ)	2,1	

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

La prestación de TECWOOL F[®] ha sido ensayada de acuerdo con la EN ISO 1182¹ y EN ISO 1716².

La clasificación ha sido determinada de acuerdo con la EN 13501-1³ y el Reglamento (UE) 2016/364.

3.2.2 Resistencia al fuego

La prestación de resistencia al fuego, clasificada de acuerdo con la EN 13501-2⁴, ha sido determinada según los métodos de ensayo y evaluación indicados en los anexos.

¹ EN ISO 1182 Ensayos de reacción al fuego de productos. Ensayo de no combustibilidad.

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

³ 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.

3.2.3 Durabilidad

La durabilidad del mortero ha sido evaluada 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.

3.2.4 Adhesión

La adhesión se ha determinado de acuerdo con el EAD 350140-00-1106, apartado 2.2.7, y EGOLF EA 05⁵. 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.

3.2.5 Absorción acústica

La absorción acústica de los sistemas instalados de acuerdo con el Anexo 2 ha sido ensayada de acuerdo con la EN ISO 354⁶. El coeficiente de absorción acústica ponderado (α_w) y la clase han sido determinados de acuerdo a la EN ISO 11654⁷.

3.2.6 Conductividad térmica

La conductividad térmica ha sido ensayada de acuerdo con la EN 12667⁸ y los valores declarados han sido determinados según la EN ISO 10456⁹.

Tabla 3: Características térmicas.

$\lambda_{10, dry, 90/90}$	0,061	(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%
$\lambda_{U, 90/90(23/50)}$	0,075	(W/m·K)	Valor de diseño de conductividad declarado a 23°C y 50% H.R.
$\lambda_{U, 90/90(23/80)}$	0,080	(W/m·K)	Valor de diseño de conductividad declarado a 23°C y 80% H.R.

3.2.7 Permeabilidad al vapor de agua

Ensayado de acuerdo con la EN ISO 12572¹⁰, el valor declarado del coeficiente de resistencia a la difusión del vapor de agua (coeficiente μ) se da en la tabla 2.

-
- ⁴ EN 13501-2 Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.
- ⁵ 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.
- ⁶ EN ISO 354 Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante.
- ⁷ EN ISO 11654 Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica.
- ⁸ 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.
- ⁹ 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.
- ¹⁰ EN ISO 12572 Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificación. Determinación de las propiedades de transmisión de vapor de agua. Método del vaso.

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 5 de agosto de 2019

por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña.



Ferran Bermejo Nualart
 Director Técnico, ITeC

ANNEX 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 TECWOOL F® 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	Instalación
Tipo 3	Elementos estructurales de hormigón	EN 13381-3 ¹¹	Anexo 2
Tipo 4	Elementos estructurales de acero	EN 13381-4 ¹²	Anexo 3

A.1.2 Disposiciones de instalación en relación con los elementos protegidos con TECWOOL F®

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 Z₂. 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 TECWOOL F®. Tubos, conductos, tuberías u otras instalaciones que precisen ser suspendidos pueden instalarse después de la aplicación de TECWOOL F®, 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.

¹¹ 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.

¹² 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 TECWOOL F® (uso previsto Tipo 3)

A.2.1 Vigas y pilares portantes de hormigón

A.2.1.1 Clasificación

Los elementos constructivos descritos en este anexo han sido ensayados y evaluados de acuerdo con la EN 13381-3 y clasificados de acuerdo con la EN 13501-2.

El espesor equivalente de hormigón y las prestaciones 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

TECWOOL F® se puede aplicar sobre las vigas y pilares de hormigón expuestas al fuego por más de un lado. En la tabla A.2.1 se muestra la especificación de los elementos estructurales de soporte.

Tabla A.2.1: Especificación del elemento estructural de hormigón.

Elemento	Características	Montaje y fijaciones
Viga y pilar estructural de hormigón	Altura de la sección ≥ 450 mm*	Hormigón armado
	Anchura de la sección ≥ 150 mm	Hormigón preparado sin desencofrante
	Densidad: $2400 \text{ kg/m}^3 \pm 15\%$	Superficie libre de aceite, grasa, polvo, etc.
	Resistencia a compresión $\geq 25,0 \text{ N/mm}^2$	
	Preparado con cualquier tipo de árido	

* Se permite reducir la altura siempre que la superficie de la sección permanezca igual o mayor, aumentando la anchura.

A.2.1.2.2 Revestimiento de mortero de protección al fuego

TECWOOL F® se aplica directamente sobre las caras expuestas de las estructuras de hormigón a proteger, siguiendo su forma. TECWOOL F® se proyecta en capas 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.

Tabla A.2.2: Especificación del revestimiento aplicado.

Producto	Características	Montaje y fijaciones
TECWOOL F® (Mortero endurecido)	<p>Espesor: 12,2 mm a 38,0 mm</p> <p>Densidad: 351 kg/m³ ± 15 %</p>	<p>Sin tratamiento de acabado sobre el revestimiento una vez aplicado</p> <p>Proyectado en capas de aproximadamente 10 mm</p> <p>Revestimiento proyectado sin:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Imprimación o agente adherente - Capas de acabado o sellado - Fijaciones mecánicas o refuerzos - Aditivos adicionales a los de la mezcla seca

A.2.1.2.3 Propiedades adherentes de TECWOOL F® sobre vigas y pilares de hormigón

La evaluación de las propiedades adherentes de TECWOOL F®, 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 cohesiva en la zona superficial del revestimiento. Estos son valores de referencia y no reflejan una evaluación estadística ni unos valores mínimos garantizados.

Tabla A.2.3: Resistencia a la tracción sobre sustrato de hormigón.

Superficie	Espesor de TECWOOL F® (mm)	Resistencia media a la tracción (MPa)	Modo de rotura
Sustrato de hormigón según EGOLF EA 05	12,0	0,0390	Cohesiva
	37,0	0,0204	Cohesiva

A.2.1.3 Evaluación de la prestación al fuego de TECWOOL F® sobre vigas y pilares de hormigón

A.2.1.3.1 General

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

A.2.1.3.2 Prestación de aislamiento

La temperatura media de la superficie no expuesta de la viga de hormigón protegida con 12,2 mm excedió 140°C la temperatura inicial en el minuto 129.

El criterio de aislamiento se mantuvo en la viga de hormigón protegida con 38,0 mm hasta el final del ensayo de resistencia al fuego (360 minutos).

A.2.1.3.3 Capacidad de adherencia

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

A.2.1.3.5 Espesor equivalente de hormigón

El espesor equivalente de hormigón inducido por el mortero de protección TECWOOL F[®], aplicado con espesor de 12,2 mm y 38,0 mm sobre vigas o pilares de hormigón, se ha determinado de acuerdo con el Anexo C de la EN 13381-3 y se muestra en la tabla A.2.6.

Tabla A.2.6: Espesor equivalente de hormigón inducido por TECWOOL F[®].

Periodo de tiempo (minutos)		30	60	90	120	180	240
Espesor equivalente de hormigón (mm)	Tecwool F [®] a 12,2 mm	31	45	50	47	40	--
	Tecwool F [®] a 38,0 mm	71	75	89	92	98	91

El espesor equivalente de hormigón H_{eq} en función del espesor de TECWOOL F[®] se da en las figuras A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 y A.2.5 para periodos de 30, 60, 90, 120 y 180 minutos respectivamente.

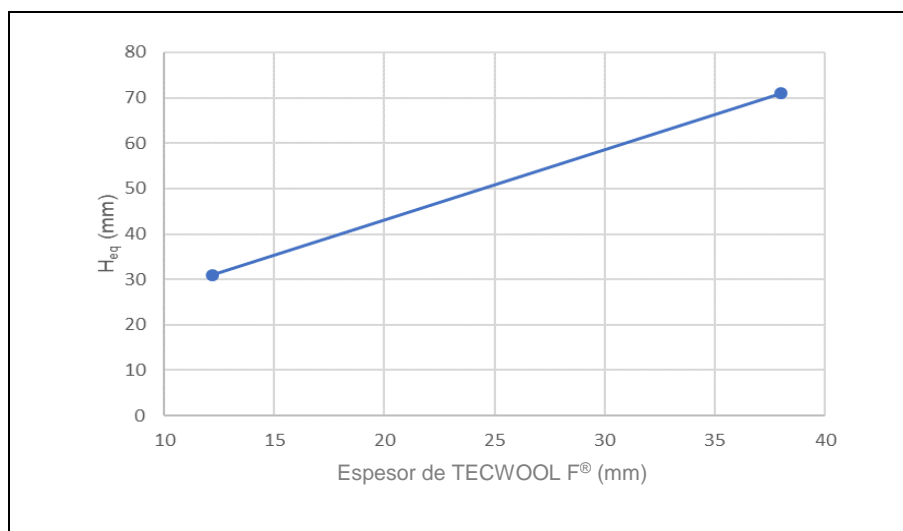


Figura A.2.1: Espesor equivalente de hormigón (30 minutos).

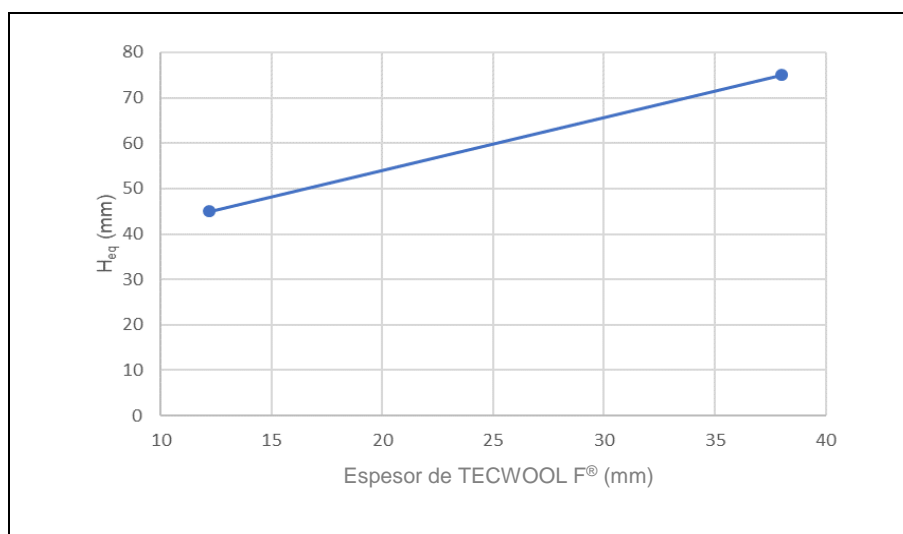


Figura A.2.2: Espesor equivalente de hormigón (60 minutos).

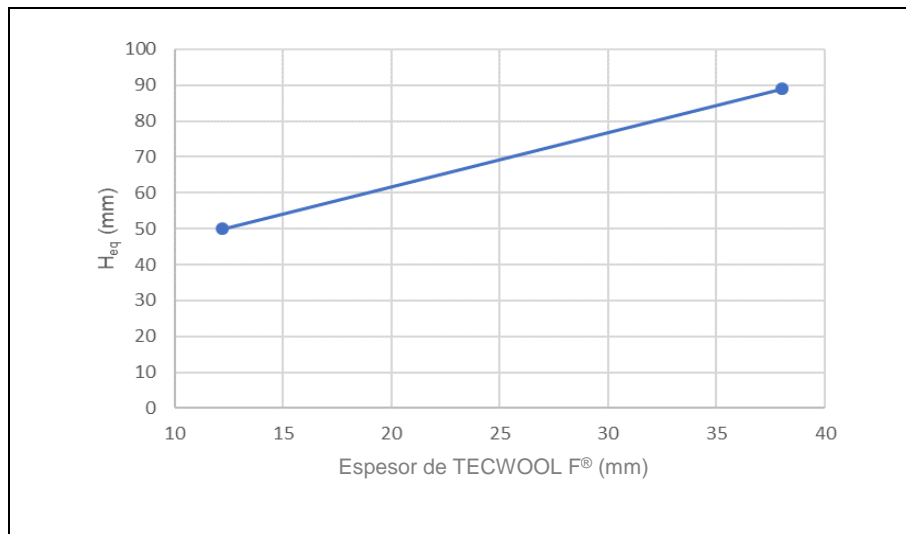


Figura A.2.3: Esesor equivalente de hormigón (90 minutos).

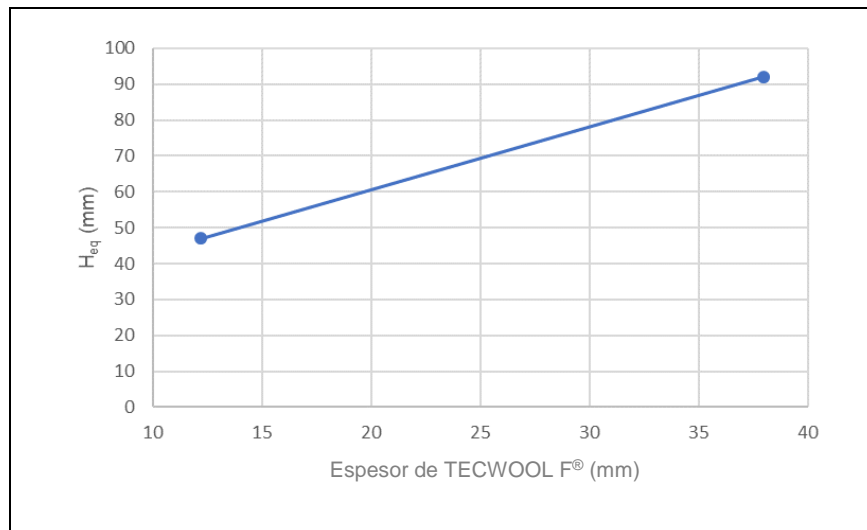


Figura A.2.4: Esesor equivalente de hormigón (120 minutos).

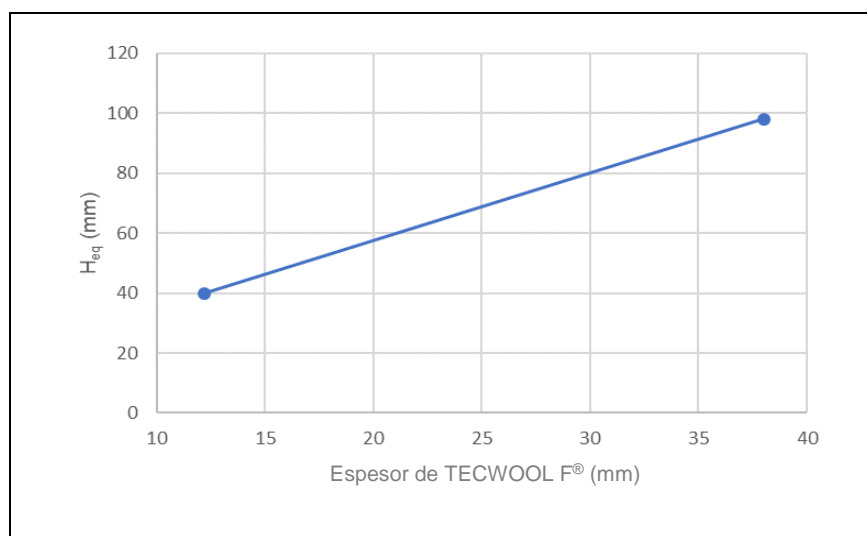


Figura A.2.5: Esesor equivalente de hormigón (180 minutos).

A.2.2 Losas y muros estructurales de hormigón

A.2.2.1 Clasificación

Los elementos constructivos descritos en este anexo han sido ensayados y evaluados de acuerdo con la EN 13381-3 y clasificados de acuerdo con la EN 13501-2.

El espesor equivalente de hormigón y la prestación 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

TECWOOL F® se puede aplicar sobre elementos de hormigón expuestos al fuego por un lado, tanto en posición horizontal (losas) como vertical (muros). En la tabla A.2.7 se muestra la especificación de los elementos estructurales de soporte.

Tabla A.2.7: Especificación del elemento estructural de hormigón.

Elemento	Características	Montaje y fijaciones
Losas o muros portantes de hormigón	Espesor de la losa/muro ≥ 140 mm	Hormigón armado.
	Densidad: $2400 \text{ kg/m}^3 \pm 15 \%$	Hormigón preparado sin desencofrante.
	Resistencia a compresión $\geq 25 \text{ N/mm}^2$	Superficie libre de aceite, grasa, polvo, etc.
	Preparado con cualquier tipo de árido	

A.2.2.2.2 Revestimiento de mortero de protección al fuego

TECWOOL F® se aplica directamente sobre las estructuras de hormigón en capas 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.2.8.

Tabla A.2.8. Especificación del revestimiento aplicado.

Producto	Características	Montaje y fijaciones
TECWOOL F® (Mortero endurecido)	Espesor: 12,1 mm a 35,2 mm Densidad: $351 \text{ kg/m}^3 \pm 15 \%$	Sin tratamiento de acabado sobre el revestimiento una vez aplicado
		Proyectado en capas de aproximadamente 10 mm Revestimiento proyectado sin: <ul style="list-style-type: none"> - Imprimación o agente adherente - Capas de acabado o sellado - Fijaciones mecánicas o refuerzos - Aditivos adicionales a los de la mezcla seca

A.2.2.2.3 Propiedades adherentes de TECWOOL F® sobre losas y muros de hormigón

La evaluación de las propiedades adherentes de TECWOOL F®, 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 cohesiva en la zona superficial del revestimiento. Estos son valores de referencia y no reflejan una evaluación estadística ni unos valores mínimos garantizados.

Tabla A.2.3: Resistencia a la tracción sobre sustrato de hormigón.

Superficie	Espesor de TECWOOL F® (mm)	Resistencia media a la tracción (MPa)	Modo de rotura
Sustrato de hormigón según EGOLF EA 05	12,0	0,0390	Cohesiva
	37,0	0,0204	Cohesiva

A.2.2.3 Evaluación de la prestación al fuego de TECWOOL F® sobre losas y muros de hormigón

A.2.2.3.1 General

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

A.2.2.3.2 Prestación de aislamiento

El criterio de aislamiento se mantuvo en la losa de hormigón protegida con 12,1 mm hasta el final del ensayo de resistencia al fuego (306 minutos).

El criterio de aislamiento se mantuvo en la losa de hormigón protegida con 35,2 mm hasta el final del ensayo de resistencia al fuego (360 minutos).

A.2.2.3.3 Capacidad de adherencia

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

A.2.2.3.3.1 Capacidad de adherencia en la losa con 12,1 mm de TECWOOL F®

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

A.2.2.3.3.2 Capacidad de adherencia en la losa con 35,2 mm de TECWOOL F®

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

A.2.2.3.4 Protección de losas y muros de hormigón

La eficiencia de aislamiento del mortero de protección con espesores de 12,1 mm y 35,2 mm, aplicado sobre losas y muros de hormigón de acuerdo a la especificación de la tabla A.2.7, 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 entre 350 °C – 650 °C.

Tabla A.2.10: Profundidad de hormigón vs temperatura de diseño para un espesor de 12,1 mm de TECWOOL F®.

Temperatura (°C)	Profundidad de las temperaturas de diseño dentro del hormigón (mm)									
	30min	60min	90min	120min	150min	180min	210min	240min	270min	300min
350	--	--	--	--	--	28	42	52	58	63
400	--	--	--	--	--	21	30	41	49	56
450	--	--	--	--	--	--	24	30	41	47
500	--	--	--	--	--	--	19	26	32	40
550	--	--	--	--	--	--	--	22	27	33
600	--	--	--	--	--	--	--	18	24	28
650	--	--	--	--	--	--	--	--	20	25

Tabla A.2.11: Profundidad de hormigón vs temperatura de diseño para un espesor de 35,2 mm de TECWOOL F®.

Temperatura (°C)	Profundidad de las temperaturas de diseño dentro del hormigón (mm)									
	30min	60min	90min	120min	150min	180min	210min	240min	270min	300min
350	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
400	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
450	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
500	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
550	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
600	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
650	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A.2.2.3.5 Espesor equivalente de hormigón

El espesor equivalente de hormigón inducido por el mortero de protección TECWOOL F®, aplicado con un espesor de 12,1 mm y 35,2 mm sobre losas y muros de hormigón, se ha determinado de acuerdo con el Anexo C de la EN 13381-3 y se muestra en la tabla A.2.12.

Tabla A.2.12: Espesor equivalente de hormigón inducido por TECWOOL F®.

Duración (minutos)		30	60	90	120	180	240
Espesor equivalente de hormigón (mm)	Tecwool F® a 12,1 mm	41	50	53	52	42	27
	Tecwool F® a 35,2 mm	85	100	114	121	126	132

El espesor equivalente de hormigón H_{eq} en función del espesor de TECWOOL F® se da en las figuras A.2.6, A.2.7, A.2.8, A.2.9, A.2.10 y A.2.11 para periodos de 30, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos respectivamente.

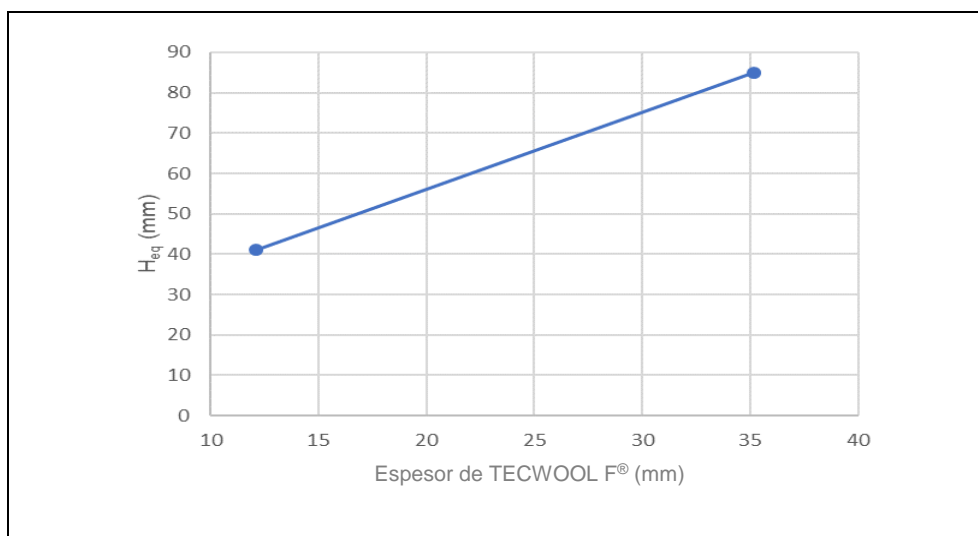


Figura A.2.6: Esesor equivalente de hormigón (30 minutos).

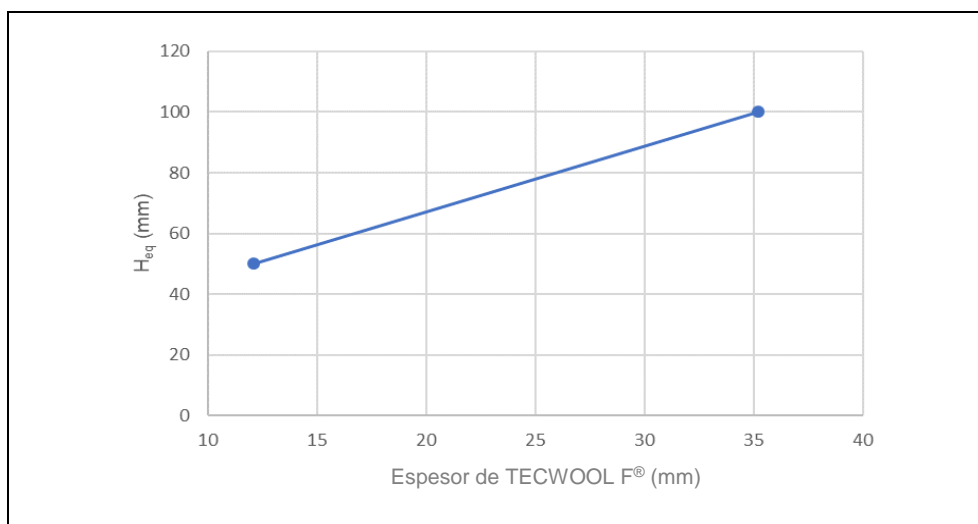


Figura A.2.7: Esesor equivalente de hormigón (60 minutos).

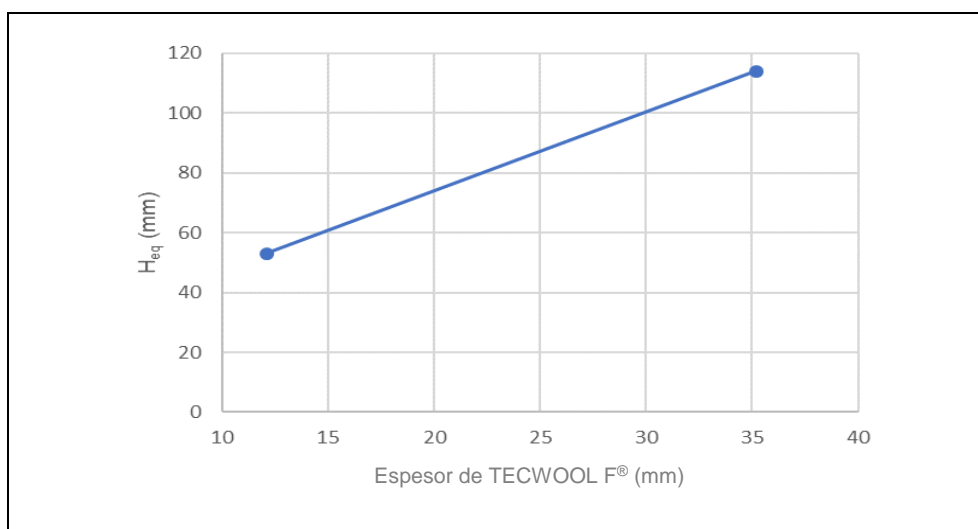


Figura A.2.8: Esesor equivalente de hormigón (90 minutos).

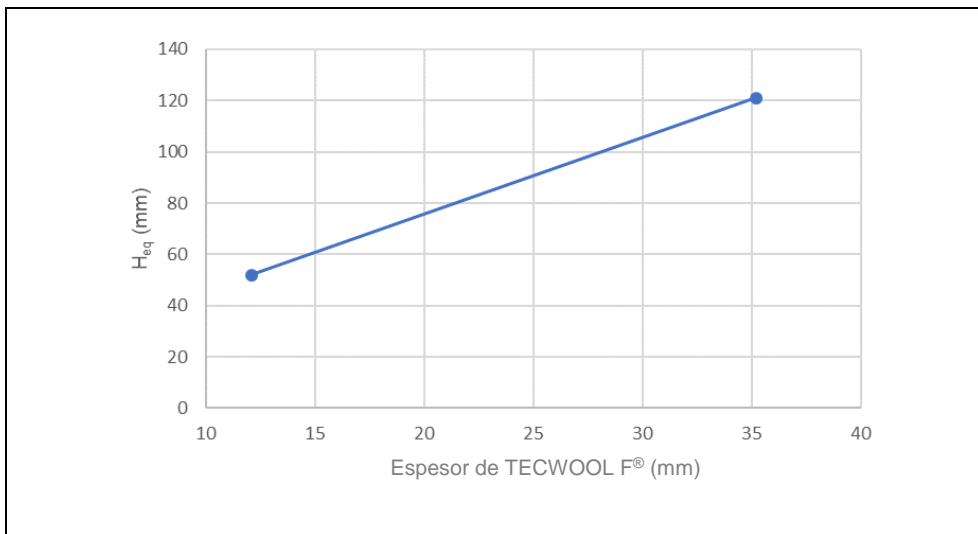


Figura A.2.9: Espesor equivalente de hormigón (120 minutos).

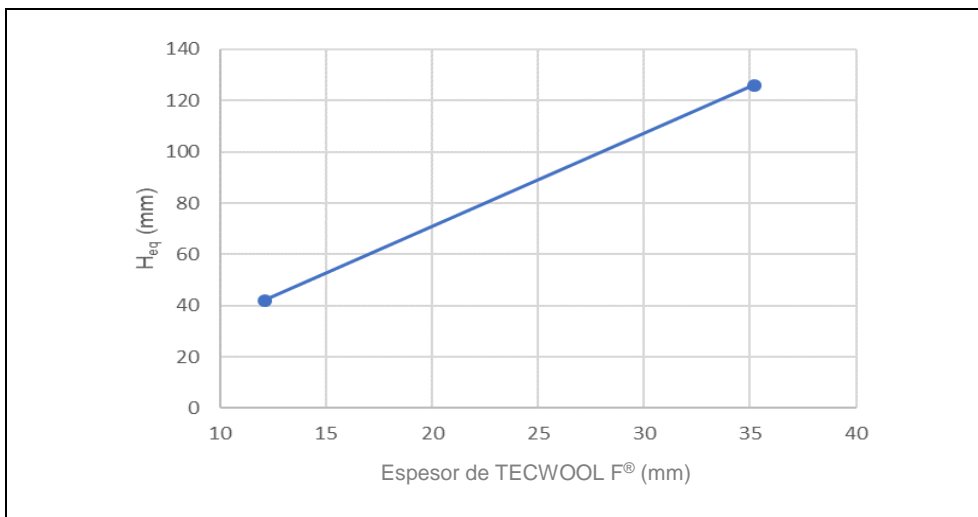


Figura A.2.10: Espesor equivalente de hormigón (180 minutos).

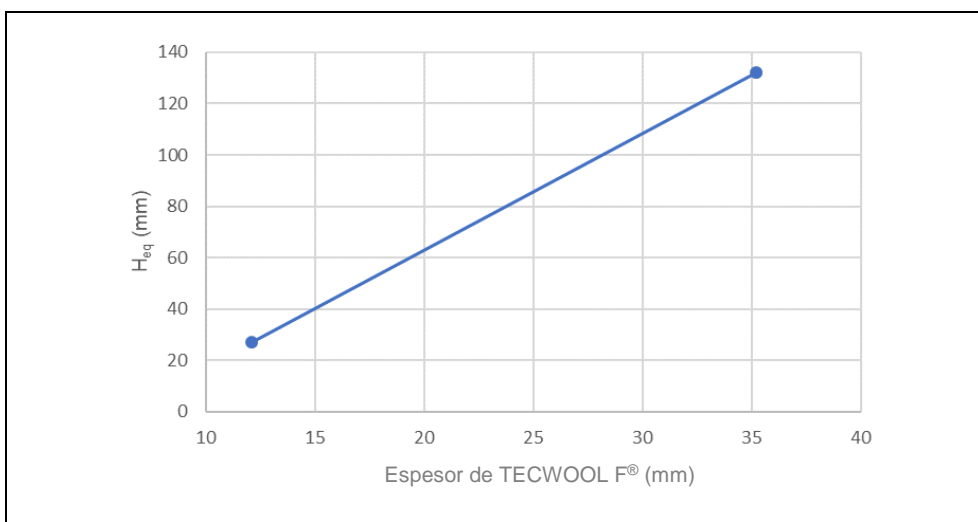


Figura A.2.11: Espesor equivalente de hormigón (240 minutos).

ANEXO 3. Especificación y evaluación de la prestación frente el fuego de elementos estructurales de acero protegidos con TECWOOL F® (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 TECWOOL F® para un determinado periodo de resistencia al fuego, en el rango de temperaturas de diseño de 300 °C a 700 °C y en función del factor de sección 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' (tabla A.3.3 a tabla A.3.9 de este ETE).

La profundidad máxima del alma de una viga debe ser 450 mm y la profundidad máxima del pilar 600 mm.

Nota: El espesor de protección indicado para las secciones H/I 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 sección.

- Vigas y pilares de sección hueca (tabla A.3.10 a tabla A.3.16 de este ETE).
- Grados de acero estructural (Designación S) de acuerdo con la EN 10025 ¹³ excluyendo S185.
- Factores de sección tal como se indica en las tablas A.3.3 a tabla A.3.16 de este ETE.

Los elementos de acero con un factor de sección inferior a 67 m⁻¹ se deben proteger con el espesor de TECWOOL F® indicado para un elemento con un factor de sección igual a 67 m⁻¹.

- 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.3.16 bajo consideración del factor de sección calculado para el caso en concreto.

¹³ 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 de acero se deben chorrear SA2½ de acuerdo con la EN ISO 8501-1¹⁴ o equivalente. Las superficies deben estar limpias, secas y libres de polvo, etc.

TECWOOL F® ha sido evaluado para una aplicación directa sobre los elementos de acero.

A.3.2.3 Mortero de protección contra el fuego

TECWOOL F® se aplica sobre las caras del elemento estructural de acero que quedan expuestas al fuego, siguiendo su geometría. TECWOOL F® 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.

Tabla A.3.1: Especificación del mortero aplicado.

Producto	Características	Montaje y fijaciones
TECWOOL F® (Mortero endurecido)	Espesor: 10 mm a 69 mm Densidad: 348 kg/m ³ ± 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"> - Agente adherente - Capas de acabado o sellado - Fijaciones mecánicas o refuerzos - Aditivos adicionales a los de la mezcla seca

A.3.2.4 Propiedades adherentes de TECWOOL F® sobre los elementos de acero

La evaluación de las propiedades adherentes de TECWOOL F®, 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 en la zona superficial del revestimiento. Estos son valores de referencia y no reflejan una evaluación estadística ni unos valores mínimos garantizados.

Tabla A.3.2: Resistencia a la tracción sobre elementos de acero.

Superficie	Espesor de TECWOOL F® (mm)	Resistencia media a la tracción (MPa)	Modo de rotura
Sustrato de acero de acuerdo con EGOLF EA 05	Mínimo	0,0055	Cohesiva
	Máximo	0,0028	Cohesiva

¹⁴ EN ISO 8501-1 Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores.

A.3.3 Evaluación de la resistencia al fuego de TECWOOL F® en estructuras de acero

La evaluación de la prestación de resistencia al fuego de TECWOOL F® 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 vigas y pilares I/H se muestra en las tablas A.3.3 a A.3.9.

La prestación de resistencia al fuego de vigas y pilares sección hueca (HS) se muestra en las tablas A.3.10 a A.3.16, calculada de acuerdo con el Anexo A, apartado A.3, de la EN 13381-4.

Tabla A.3.3: Resistencia al fuego de secciones H/I.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 30 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	10	10	10	10	10	10	10	10	10
70	10	10	10	10	10	10	10	10	10
80	10	10	10	10	10	10	10	10	10
90	10	10	10	10	10	10	10	10	10
100	10	10	10	10	10	10	10	10	10
110	11	10	10	10	10	10	10	10	10
120	12	10	10	10	10	10	10	10	10
130	12	10	10	10	10	10	10	10	10
140	13	11	10	10	10	10	10	10	10
150	13	11	10	10	10	10	10	10	10
160	14	12	10	10	10	10	10	10	10
170	14	12	10	10	10	10	10	10	10
180	14	12	11	10	10	10	10	10	10
190	15	13	11	10	10	10	10	10	10
200	15	13	11	10	10	10	10	10	10
210	15	13	12	10	10	10	10	10	10
220	15	13	12	10	10	10	10	10	10
230	15	14	12	11	10	10	10	10	10
240	16	14	12	11	10	10	10	10	10
250	16	14	12	11	10	10	10	10	10
260	16	14	13	11	10	10	10	10	10
270	16	14	13	11	10	10	10	10	10
280	16	14	13	12	10	10	10	10	10
290	16	15	13	12	10	10	10	10	10
300	16	15	13	12	11	10	10	10	10
310	16	15	13	12	11	10	10	10	10
320	16	15	13	12	11	10	10	10	10
330	17	15	14	12	11	10	10	10	10
340	17	15	14	12	11	10	10	10	10
350	17	15	14	12	11	10	10	10	10
360	17	15	14	12	11	10	10	10	10
370	17	15	14	13	11	10	10	10	10
380	17	15	14	13	11	10	10	10	10
390	17	15	14	13	12	10	10	10	10
400	17	16	14	13	12	11	10	10	10
410	17	16	14	13	12	11	10	10	10
420	17	16	14	13	12	11	10	10	10
430	17	16	14	13	12	11	10	10	10
440	17	16	14	13	12	11	10	10	10
495	18	16	15	13	12	11	10	10	10

Tabla A.3.4: Resistencia al fuego de secciones H/I.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 45 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	11	10	10	10	10	10	10	10	10
70	12	10	10	10	10	10	10	10	10
80	13	11	10	10	10	10	10	10	10
90	14	12	10	10	10	10	10	10	10
100	15	13	11	10	10	10	10	10	10
110	16	14	12	10	10	10	10	10	10
120	17	14	12	11	10	10	10	10	10
130	17	15	13	11	10	10	10	10	10
140	18	16	14	12	10	10	10	10	10
150	18	16	14	12	11	10	10	10	10
160	19	16	15	13	11	10	10	10	10
170	19	17	15	13	12	10	10	10	10
180	19	17	15	14	12	11	10	10	10
190	20	17	16	14	12	11	10	10	10
200	20	18	16	14	13	11	10	10	10
210	20	18	16	15	13	12	10	10	10
220	20	18	16	15	13	12	11	10	10
230	20	18	17	15	14	12	11	10	10
240	21	19	17	15	14	12	11	10	10
250	21	19	17	15	14	13	11	10	10
260	21	19	17	16	14	13	12	10	10
270	21	19	17	16	14	13	12	11	10
280	21	19	18	16	15	13	12	11	10
290	21	19	18	16	15	13	12	11	10
300	21	20	18	16	15	14	12	11	10
310	22	20	18	16	15	14	12	11	10
320	22	20	18	17	15	14	13	11	10
330	22	20	18	17	15	14	13	12	11
340	22	20	18	17	15	14	13	12	11
350	22	20	18	17	15	14	13	12	11
360	22	20	18	17	16	14	13	12	11
370	22	20	19	17	16	14	13	12	11
380	22	20	19	17	16	15	13	12	11
390	22	20	19	17	16	15	13	12	11
400	22	20	19	17	16	15	14	12	11
410	22	20	19	17	16	15	14	13	11
420	22	21	19	17	16	15	14	13	12
430	22	21	19	18	16	15	14	13	12
440	22	21	19	18	16	15	14	13	12
495	23	21	19	18	17	15	14	13	12

Tabla A.3.5: Resistencia al fuego de secciones H/I.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 60 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	16	13	10	10	10	10	10	10	10
70	16	13	11	10	10	10	10	10	10
80	18	15	12	10	10	10	10	10	10
90	19	16	14	12	10	10	10	10	10
100	20	17	15	13	11	10	10	10	10
110	21	18	16	14	12	10	10	10	10
120	22	19	17	15	13	11	10	10	10
130	22	20	17	15	13	12	10	10	10
140	23	20	18	16	14	13	11	10	10
150	23	21	18	16	15	13	12	10	10
160	24	21	19	17	15	14	12	11	10
170	24	22	19	17	16	14	13	11	10
180	24	22	20	18	16	15	13	12	11
190	25	22	20	18	16	15	13	12	11
200	25	23	20	19	17	15	14	13	11
210	25	23	21	19	17	16	14	13	12
220	25	23	21	19	17	16	14	13	12
230	26	23	21	19	18	16	15	13	12
240	26	23	21	20	18	16	15	14	13
250	26	24	22	20	18	17	15	14	13
260	26	24	22	20	18	17	15	14	13
270	26	24	22	20	19	17	16	14	13
280	26	24	22	20	19	17	16	15	13
290	26	24	22	21	19	17	16	15	14
300	27	24	22	21	19	18	16	15	14
310	27	25	23	21	19	18	16	15	14
320	27	25	23	21	19	18	17	15	14
330	27	25	23	21	20	18	17	15	14
340	27	25	23	21	20	18	17	16	14
350	27	25	23	21	20	18	17	16	15
360	27	25	23	21	20	18	17	16	15
370	27	25	23	22	20	19	17	16	15
380	27	25	23	22	20	19	17	16	15
390	27	25	23	22	20	19	17	16	15
400	27	25	24	22	20	19	18	16	15
410	27	25	24	22	20	19	18	16	15
420	27	25	24	22	20	19	18	17	15
430	27	26	24	22	21	19	18	17	15
440	28	26	24	22	21	19	18	17	16
495	28	26	24	23	21	20	18	17	16

Tabla A.3.6: Resistencia al fuego de secciones H/I.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 90 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	25	21	18	15	13	11	10	10	10
70	26	22	19	16	13	11	10	10	10
80	28	24	21	18	15	13	12	10	10
90	29	25	22	19	17	15	13	11	10
100	30	26	23	21	18	16	14	13	11
110	31	27	24	22	19	17	15	14	12
120	32	28	25	23	20	18	16	15	13
130	32	29	26	23	21	19	17	16	14
140	33	30	27	24	22	20	18	16	15
150	33	30	27	25	23	21	19	17	16
160	34	31	28	25	23	21	19	18	16
170	34	31	28	26	24	22	20	18	17
180	34	31	29	26	24	22	20	19	17
190	35	32	29	27	25	23	21	19	18
200	35	32	29	27	25	23	21	20	18
210	35	32	30	27	25	23	22	20	19
220	35	33	30	28	26	24	22	20	19
230	36	33	30	28	26	24	22	21	19
240	36	33	31	28	26	24	23	21	20
250	36	33	31	29	27	25	23	21	20
260	36	33	31	29	27	25	23	22	20
270	36	34	31	29	27	25	23	22	20
280	36	34	31	29	27	25	24	22	21
290	37	34	32	29	27	26	24	22	21
300	37	34	32	30	28	26	24	23	21
310	37	34	32	30	28	26	24	23	21
320	37	34	32	30	28	26	24	23	21
330	37	34	32	30	28	26	25	23	22
340	37	35	32	30	28	26	25	23	22
350	37	35	32	30	28	27	25	23	22
360	37	35	33	30	29	27	25	24	22
370	37	35	33	31	29	27	25	24	22
380	37	35	33	31	29	27	25	24	22
390	37	35	33	31	29	27	26	24	23
400	38	35	33	31	29	27	26	24	23
410	38	35	33	31	29	27	26	24	23
420	38	35	33	31	29	27	26	24	23
430	38	35	33	31	29	28	26	24	23
440	38	35	33	31	29	28	26	25	23
495	38	36	34	32	30	28	27	25	24

Tabla A.3.7: Resistencia al fuego de secciones H/I.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 120 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	35	30	26	22	19	17	15	13	11
70	36	31	27	23	20	18	16	14	12
80	38	33	29	25	22	20	18	16	14
90	39	34	30	27	24	22	19	17	16
100	40	36	32	28	26	23	21	19	17
110	41	37	33	30	27	24	22	20	18
120	42	37	34	31	28	25	23	21	19
130	42	38	35	32	29	26	24	22	20
140	43	39	35	32	30	27	25	23	21
150	43	40	36	33	30	28	26	24	22
160	44	40	37	34	31	29	27	25	23
170	44	41	37	34	32	29	27	25	23
180	45	41	38	35	32	30	28	26	24
190	45	41	38	35	33	30	28	26	25
200	45	42	39	36	33	31	29	27	25
210	45	42	39	36	34	31	29	27	25
220	46	42	39	36	34	32	30	28	26
230	46	42	39	37	34	32	30	28	26
240	46	43	40	37	35	32	30	28	27
250	46	43	40	37	35	33	31	29	27
260	46	43	40	38	35	33	31	29	27
270	47	43	40	38	35	33	31	29	28
280	47	44	41	38	36	33	31	30	28
290	47	44	41	38	36	34	32	30	28
300	47	44	41	38	36	34	32	30	28
310	47	44	41	39	36	34	32	30	29
320	47	44	41	39	36	34	32	31	29
330	47	44	41	39	37	35	33	31	29
340	47	44	42	39	37	35	33	31	29
350	47	44	42	39	37	35	33	31	29
360	48	45	42	39	37	35	33	31	30
370	48	45	42	40	37	35	33	31	30
380	48	45	42	40	37	35	33	32	30
390	48	45	42	40	38	35	34	32	30
400	48	45	42	40	38	36	34	32	30
410	48	45	42	40	38	36	34	32	30
420	48	45	43	40	38	36	34	32	31
430	48	45	43	40	38	36	34	32	31
440	48	45	43	40	38	36	34	32	31
495	48	46	43	41	39	37	35	33	31

Tabla A.3.8: Resistencia al fuego de secciones H/I.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 180 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	54	47	41	37	33	29	26	24	21
70	55	48	42	38	34	30	27	24	22
80	57	50	45	40	36	33	30	27	25
90	59	52	47	42	38	35	32	29	27
100	60	54	48	44	40	37	34	31	29
110	61	55	50	46	42	38	35	33	30
120	62	56	51	47	43	40	37	34	32
130	62	57	52	48	44	41	38	35	33
140	63	58	53	49	45	42	39	36	34
150	63	58	54	50	46	43	40	37	35
160	64	59	54	51	47	44	41	38	36
170	64	59	55	51	48	45	42	39	37
180	65	60	56	52	48	45	42	40	37
190	65	60	56	52	49	46	43	40	38
200	65	61	57	53	49	46	44	41	39
210	66	61	57	53	50	47	44	42	39
220	66	61	57	54	50	47	45	42	40
230	66	62	58	54	51	48	45	43	40
240	66	62	58	55	51	48	46	43	41
250	67	62	58	55	52	49	46	44	41
260	67	62	59	55	52	49	46	44	42
270	67	63	59	55	52	49	47	44	42
280	67	63	59	56	53	50	47	45	42
290	67	63	59	56	53	50	47	45	43
300	67	63	60	56	53	50	48	45	43
310	67	63	60	56	53	51	48	46	43
320	68	64	60	57	54	51	48	46	44
330	68	64	60	57	54	51	48	46	44
340	68	64	60	57	54	51	49	46	44
350	68	64	60	57	54	51	49	47	44
360	68	64	61	57	54	52	49	47	45
370	68	64	61	58	55	52	49	47	45
380	68	64	61	58	55	52	49	47	45
390	68	64	61	58	55	52	50	47	45
400	68	65	61	58	55	52	50	47	45
410	68	65	61	58	55	53	50	48	45
420	68	65	61	58	55	53	50	48	46
430	68	65	61	58	55	53	50	48	46
440	69	65	62	58	56	53	50	48	46
495	69	65	62	59	56	54	51	49	47

Tabla A.3.9: Resistencia al fuego de secciones H/I.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 240 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	-	65	57	51	46	41	38	34	31
70	-	66	58	52	47	43	39	35	32
80	-	68	61	55	50	46	42	38	35
90	-	-	63	58	53	48	44	41	38
100	-	-	65	60	55	50	47	43	40
110	-	-	67	61	57	52	49	45	42
120	-	-	68	63	58	54	50	47	44
130	-	-	-	64	60	55	52	48	45
140	-	-	-	65	61	57	53	50	47
150	-	-	-	66	62	58	54	51	48
160	-	-	-	67	63	59	55	52	49
170	-	-	-	68	64	60	56	53	50
180	-	-	-	69	64	61	57	54	51
190	-	-	-	-	65	61	58	55	52
200	-	-	-	-	66	62	59	55	52
210	-	-	-	-	66	63	59	56	53
220	-	-	-	-	67	63	60	57	54
230	-	-	-	-	67	64	60	57	54
240	-	-	-	-	68	64	61	58	55
250	-	-	-	-	68	65	61	58	55
260	-	-	-	-	69	65	62	59	56
270	-	-	-	-	69	66	62	59	56
280	-	-	-	-	-	66	63	60	57
290	-	-	-	-	-	66	63	60	57
300	-	-	-	-	-	67	63	60	58
310	-	-	-	-	-	67	64	61	58
320	-	-	-	-	-	67	64	61	58
330	-	-	-	-	-	68	64	61	59
340	-	-	-	-	-	68	65	62	59
350	-	-	-	-	-	68	65	62	59
360	-	-	-	-	-	68	65	62	59
370	-	-	-	-	-	68	65	62	60
380	-	-	-	-	-	69	66	63	60
390	-	-	-	-	-	69	66	63	60
400	-	-	-	-	-	69	66	63	60
410	-	-	-	-	-	69	66	63	61
420	-	-	-	-	-	-	66	63	61
430	-	-	-	-	-	-	67	64	61
440	-	-	-	-	-	-	67	64	61
495	-	-	-	-	-	-	68	65	62

Tabla A.3.10: Resistencia al fuego de secciones huecas.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 30 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	10	10	10	10	10	10	10	10	10
70	10	10	10	10	10	10	10	10	10
80	10	10	10	10	10	10	10	10	10
90	10	10	10	10	10	10	10	10	10
100	11	10	10	10	10	10	10	10	10
110	12	11	11	11	11	11	11	11	11
120	13	11	11	11	11	11	11	11	11
130	14	12	11	11	11	11	11	11	11
140	15	12	11	11	11	11	11	11	11
150	15	13	11	11	11	11	11	11	11
160	16	14	12	11	11	11	11	11	11
170	16	14	12	11	11	11	11	11	11
180	17	15	13	11	11	11	11	11	11
190	17	15	13	11	11	11	11	11	11
200	18	16	14	12	11	11	11	11	11
210	18	16	14	12	11	11	11	11	11
220	19	16	14	13	12	12	12	12	12
230	19	17	15	13	12	12	12	12	12
240	19	17	15	13	12	12	12	12	12
250	20	17	16	14	12	12	12	12	12
260	20	18	16	14	12	12	12	12	12
270	20	18	16	14	13	12	12	12	12
280	20	18	16	14	13	12	12	12	12
290	20	18	16	15	13	12	12	12	12
300	20	18	16	15	13	12	12	12	12
310	20	18	17	15	13	12	12	12	12
320	21	19	17	15	14	12	12	12	12
330	21	19	17	15	14	12	12	12	12
340	21	19	17	15	14	12	12	12	12
350	21	19	17	15	14	13	12	12	12
360	21	19	17	16	14	13	12	12	12
370	21	19	17	16	14	13	12	12	12
380	21	19	17	16	14	13	12	12	12
390	21	19	18	16	14	13	12	12	12
400	21	19	18	16	15	13	12	12	12
410	21	19	18	16	15	13	12	12	12
420	21	20	18	16	15	13	12	12	12
430	22	20	18	16	15	13	12	12	12
440	22	20	18	16	15	14	12	12	12
495	22	20	18	17	15	14	13	12	12

Tabla A.3.11: Resistencia al fuego de secciones huecas.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 45 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	12	10	10	10	10	10	10	10	10
70	12	10	10	10	10	10	10	10	10
80	14	11	10	10	10	10	10	10	10
90	16	13	11	10	10	10	10	10	10
100	17	14	12	10	10	10	10	10	10
110	18	15	13	11	11	11	11	11	11
120	19	16	14	12	11	11	11	11	11
130	20	17	15	13	11	11	11	11	11
140	20	18	15	13	12	11	11	11	11
150	21	18	16	14	12	11	11	11	11
160	22	19	17	15	13	11	11	11	11
170	22	20	17	15	14	12	11	11	11
180	23	20	18	16	14	13	11	11	11
190	23	21	19	17	15	13	12	11	11
200	24	21	19	17	15	14	12	11	11
210	24	22	20	18	16	14	13	11	11
220	25	22	20	18	16	15	13	12	12
230	25	23	20	18	17	15	13	12	12
240	26	23	21	19	17	15	14	12	12
250	26	24	21	19	17	16	14	13	12
260	26	24	22	20	18	16	15	13	12
270	26	24	22	20	18	16	15	13	12
280	26	24	22	20	18	17	15	14	12
290	27	24	22	20	18	17	15	14	12
300	27	24	22	20	19	17	15	14	13
310	27	25	22	21	19	17	16	14	13
320	27	25	23	21	19	17	16	14	13
330	27	25	23	21	19	17	16	15	13
340	27	25	23	21	19	18	16	15	13
350	27	25	23	21	19	18	16	15	14
360	27	25	23	21	19	18	16	15	14
370	27	25	23	21	20	18	17	15	14
380	28	25	23	21	20	18	17	15	14
390	28	25	23	22	20	18	17	15	14
400	28	26	24	22	20	18	17	16	14
410	28	26	24	22	20	18	17	16	14
420	28	26	24	22	20	19	17	16	14
430	28	26	24	22	20	19	17	16	15
440	28	26	24	22	20	19	17	16	15
495	28	26	24	22	21	19	18	16	15

Tabla A.3.12: Resistencia al fuego de secciones huecas.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 60 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	17	13	11	10	10	10	10	10	10
70	18	14	11	10	10	10	10	10	10
80	19	16	13	11	10	10	10	10	10
90	21	18	15	13	11	10	10	10	10
100	22	19	16	14	12	10	10	10	10
110	23	20	18	15	13	11	11	11	11
120	24	21	19	16	14	12	11	11	11
130	25	22	20	17	15	13	12	11	11
140	26	23	20	18	16	14	13	11	11
150	27	24	21	19	17	15	13	12	11
160	28	25	22	20	18	16	14	13	11
170	28	25	23	20	18	16	15	13	12
180	29	26	23	21	19	17	15	14	12
190	29	26	24	22	20	18	16	14	13
200	30	27	25	22	20	18	17	15	14
210	30	28	25	23	21	19	17	16	14
220	31	28	26	23	21	19	18	16	15
230	31	29	26	24	22	20	18	17	15
240	32	29	27	24	22	20	19	17	16
250	32	30	27	25	23	21	19	17	16
260	33	30	27	25	23	21	19	18	16
270	33	30	28	25	23	21	20	18	17
280	33	30	28	25	23	22	20	18	17
290	33	30	28	26	24	22	20	19	17
300	33	30	28	26	24	22	20	19	17
310	33	31	28	26	24	22	21	19	17
320	33	31	28	26	24	22	21	19	18
330	33	31	29	26	24	23	21	19	18
340	34	31	29	27	25	23	21	19	18
350	34	31	29	27	25	23	21	20	18
360	34	31	29	27	25	23	21	20	18
370	34	31	29	27	25	23	22	20	19
380	34	31	29	27	25	23	22	20	19
390	34	32	29	27	25	23	22	20	19
400	34	32	29	27	25	24	22	20	19
410	34	32	30	27	26	24	22	21	19
420	34	32	30	28	26	24	22	21	19
430	34	32	30	28	26	24	22	21	19
440	34	32	30	28	26	24	22	21	19
495	35	32	30	28	26	25	23	21	20

Tabla A.3.13: Resistencia al fuego de secciones huecas.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 90 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	27	23	19	16	14	11	10	10	10
70	28	24	20	17	14	12	10	10	10
80	30	26	22	19	17	14	12	11	10
90	32	28	24	21	18	16	14	12	11
100	33	29	26	23	20	18	16	14	12
110	34	30	27	24	21	19	17	15	14
120	36	32	28	25	23	20	18	17	15
130	37	33	29	26	24	22	20	18	16
140	38	34	30	28	25	23	21	19	17
150	38	35	31	29	26	24	22	20	18
160	39	36	32	29	27	25	22	21	19
170	40	36	33	30	28	25	23	21	20
180	41	37	34	31	29	26	24	22	20
190	41	38	35	32	29	27	25	23	21
200	42	39	35	33	30	28	26	24	22
210	43	39	36	33	31	28	26	24	22
220	43	40	37	34	31	29	27	25	23
230	44	40	37	35	32	30	27	26	24
240	44	41	38	35	33	30	28	26	24
250	45	42	39	36	33	31	29	27	25
260	45	42	39	36	33	31	29	27	25
270	45	42	39	36	34	31	29	27	26
280	46	42	39	37	34	32	30	28	26
290	46	42	39	37	34	32	30	28	26
300	46	43	40	37	35	32	30	28	26
310	46	43	40	37	35	32	30	28	27
320	46	43	40	37	35	33	31	29	27
330	46	43	40	38	35	33	31	29	27
340	46	43	40	38	35	33	31	29	27
350	46	43	41	38	35	33	31	29	27
360	47	43	41	38	36	33	31	29	28
370	47	44	41	38	36	34	32	30	28
380	47	44	41	38	36	34	32	30	28
390	47	44	41	38	36	34	32	30	28
400	47	44	41	39	36	34	32	30	28
410	47	44	41	39	36	34	32	30	29
420	47	44	41	39	36	34	32	30	29
430	47	44	41	39	37	34	32	31	29
440	47	44	42	39	37	35	33	31	29
495	48	45	42	40	37	35	33	31	30

Tabla A.3.14: Resistencia al fuego de secciones huecas.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 120 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	37	32	27	24	21	18	16	14	12
70	38	33	28	25	22	19	17	15	13
80	41	35	31	27	24	21	19	17	15
90	42	37	33	29	26	23	21	19	17
100	44	39	35	31	28	25	23	21	19
110	45	41	36	33	30	27	25	22	20
120	47	42	38	34	31	28	26	24	22
130	48	43	39	36	33	30	27	25	23
140	49	44	40	37	34	31	29	26	24
150	50	45	42	38	35	32	30	27	25
160	51	46	43	39	36	33	31	29	26
170	52	47	44	40	37	34	32	29	27
180	53	48	44	41	38	35	33	30	28
190	53	49	45	42	39	36	34	31	29
200	54	50	46	43	40	37	34	32	30
210	55	51	47	44	41	38	35	33	31
220	56	52	48	44	41	39	36	34	32
230	56	52	49	45	42	39	37	35	32
240	57	53	49	46	43	40	38	35	33
250	58	54	50	47	44	41	38	36	34
260	58	54	50	47	44	41	39	36	34
270	58	54	51	47	44	42	39	37	35
280	58	54	51	48	45	42	39	37	35
290	58	55	51	48	45	42	40	37	35
300	59	55	51	48	45	42	40	38	35
310	59	55	51	48	45	43	40	38	36
320	59	55	52	49	46	43	40	38	36
330	59	55	52	49	46	43	41	38	36
340	59	55	52	49	46	43	41	39	37
350	59	56	52	49	46	44	41	39	37
360	59	56	52	49	46	44	41	39	37
370	59	56	53	49	47	44	42	39	37
380	60	56	53	50	47	44	42	40	37
390	60	56	53	50	47	44	42	40	38
400	60	56	53	50	47	45	42	40	38
410	60	56	53	50	47	45	42	40	38
420	60	56	53	50	47	45	42	40	38
430	60	56	53	50	48	45	43	40	38
440	60	57	53	50	48	45	43	41	38
495	60	57	54	51	48	46	43	41	39

Tabla A.3.15: Resistencia al fuego de secciones huecas.

Factor de sección (m ⁻¹)	Resistencia al fuego de 180 minutos								
	Espesor mínimo (mm) de TECWOOL F® a la temperatura de diseño								
	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	500 °C	550 °C	600 °C	650 °C	700 °C
67	58	50	44	39	35	31	28	25	23
70	59	52	45	40	36	32	29	26	24
80	62	54	48	43	39	35	32	29	27
90	64	57	51	46	42	38	35	32	29
100	66	59	53	48	44	40	37	34	32
110	67	61	55	51	46	43	39	36	34
120	69	63	57	52	48	44	41	38	35
130	-	64	59	54	50	46	43	40	37
140	-	66	60	56	52	48	45	41	39
150	-	67	62	57	53	49	46	43	40
160	-	68	63	59	54	51	47	44	42
170	-	-	64	60	56	52	49	46	43
180	-	-	66	61	57	53	50	47	44
190	-	-	67	62	58	55	51	48	45
200	-	-	68	63	59	56	52	49	46
210	-	-	69	65	60	57	53	50	48
220	-	-	-	66	62	58	55	51	49
230	-	-	-	67	63	59	56	52	50
240	-	-	-	68	64	60	57	53	51
250	-	-	-	69	65	61	58	54	52
260	-	-	-	69	65	61	58	55	52
270	-	-	-	69	65	62	58	55	52
280	-	-	-	-	66	62	59	56	53
290	-	-	-	-	66	63	59	56	53
300	-	-	-	-	66	63	60	57	54
310	-	-	-	-	67	63	60	57	54
320	-	-	-	-	67	63	60	57	54
330	-	-	-	-	67	64	61	58	55
340	-	-	-	-	68	64	61	58	55
350	-	-	-	-	68	64	61	58	55
360	-	-	-	-	68	65	61	58	56
370	-	-	-	-	68	65	62	59	56
380	-	-	-	-	68	65	62	59	56
390	-	-	-	-	69	65	62	59	56
400	-	-	-	-	69	65	62	59	57
410	-	-	-	-	69	66	63	60	57
420	-	-	-	-	69	66	63	60	57
430	-	-	-	-	69	66	63	60	57
440	-	-	-	-	69	66	63	60	57
495	-	-	-	-	-	67	64	61	58

