



# Comercial Rediva

PROTECCIÓN PASIVA DEL ACERO

Marzo 2009

Vilafranca del Penedès

**HEMPEL**



# TÉCNICAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LA EDIFICACIÓN



**PINTURAS IGNÍFUGAS  
E INTUMESCENTES**

**HEMPEL**

---



# PUNTOS A TRATAR:

- **PROTECCIÓN PASIVA ANTE EL FUEGO:**
  - Diseño inicial
  - Criterios a seguir
  - Diferencia entre pinturas ignífugas e intumescentes
  - Normativa: CTE, normas vigentes
  
- **SISTEMA INTUMESCENTE:**
  - Estructuras a proteger
  - Ensayo homologación
  - Masividad: definición
  - Sistema intumescente homologado
  - Tabla de micrajés
  - Estudios intumescencia
  - Diferencias normativa anterior y nueva
  - Aplicación de la pintura intumescente
  - Seguimiento y control de la obra



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



### LA PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEBE FORMAR PARTE DEL PROYECTO INICIAL

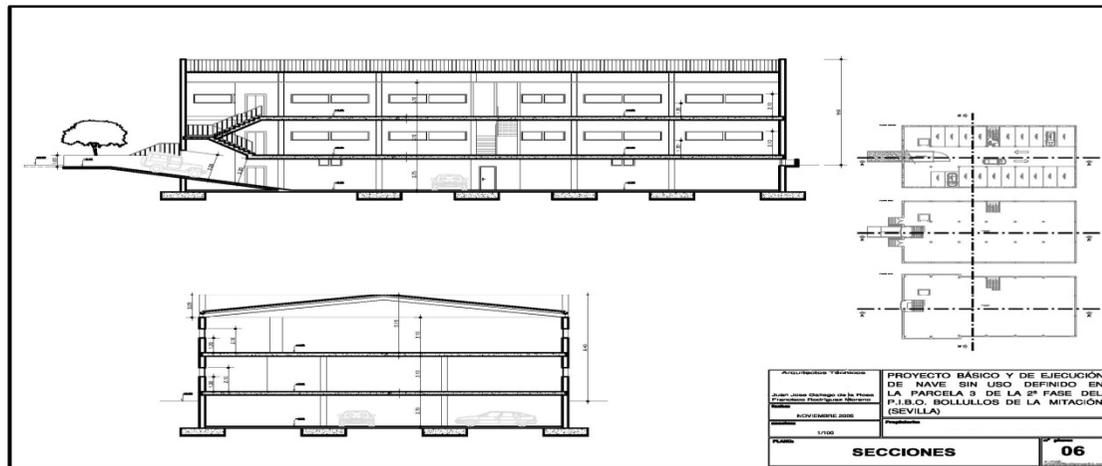
en el cálculo de la estructura

en el diseño estético

en los materiales empleados para la construcción y decoración

en los métodos de protección pasiva

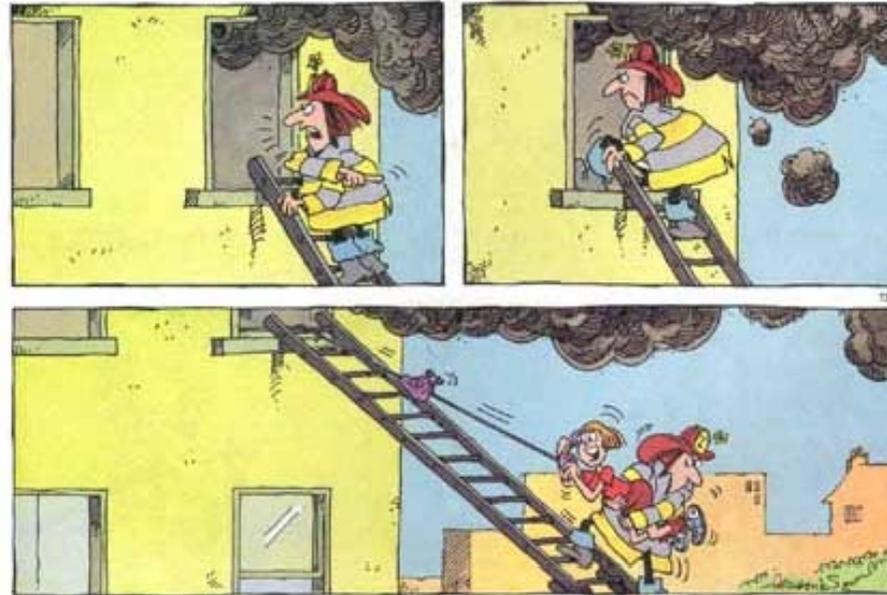
en los métodos de protección activa



# HEMPEL



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



LA FINALIDAD ES LA DE PROTEGER DE ACUERDO CON LAS SIGUIENTES PRIORIDADES:

1. PERSONAS
2. EDIFICIOS
3. BIENES

**HEMPEL**



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



### ¿CÓMO PROTEGEN LAS PINTURAS DEL FUEGO?

PINTURAS IGNÍFUGAS

PINTURAS INTUMESCENTES



**HEMPEL**

---



## PINTURAS IGNÍFUGAS

Pinturas inflamables que no propagan la llama. Cuando se retira la llama, dejan de arder.

## PINTURAS INTUMESCENTES

Pinturas que, en contacto con el fuego, tienen la capacidad de expandirse produciendo una cámara de aislamiento con el fin de retardar el calentamiento del acero.



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



### **CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE) Edificios de Uso Público**

**Entrada en vigor: 29 de Septiembre de 2006.**

Marco normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, que permiten el cumplimiento de los 'requisitos básicos de la edificación' establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación (LOE) con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente.

---

**HEMPEL**



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



PINTURAS IGNÍFUGAS	PINTURAS INTUMESCENTES
NORMA MÁS RECIENTE:	
UNE EN 13501:2002 (Euroclases)	UNE ENV 13381-4:2002
APLICABLE DESDE:	
Entrada en vigor del CTE (29/09/2006)	CTE(29/09/2006) + RSCIEI (03/12/2004)
NORMA ANTERIOR:	
UNE 23729:1990	UNE 23093-81 y UNE 23820-EX-1997
VIGENCIA NORMA ANTERIOR:	
5 años si los ensayos son anteriores a la entrada en vigor del CTE	10 años si los ensayos son anteriores a la entrada en vigor del CTE

---

# HEMPEL



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



### NUEVA CLASIFICACIÓN DE LAS PINTURAS IGNÍFUGAS.

Paredes/techos	Suelos	Descripción
A1	A1 <sub>FL</sub>	No combustible. Sin contribución al fuego
A2	A2 <sub>FL</sub>	No combustible. Sin contribución al fuego (inflamación inferior a 20s.)
B	B <sub>FL</sub>	Combustible. Contribución muy limitada al fuego
C	C <sub>FL</sub>	Combustible. Contribución limitada al fuego
D	D <sub>FL</sub>	Combustible. Contribución media al fuego
E	E <sub>FL</sub>	Combustible. Contribución alta al fuego
F	F <sub>FL</sub>	Sin clasificar. Comportamiento no determinado

---

**HEMPEL**



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



### NUEVA CLASIFICACIÓN DE LAS PINTURAS IGNÍFUGAS. TABLA COMPARATIVA.

Clase conforme UNE 23727:1990	Clase conforme UNE EN 13501:2002 (Paredes y Techos)
M0	A1 ó A2-s1, d0
M1	B-s1, d0
M2	C-s3, d0
M3	D-s3, d0

CLASE:	HACE REFERENCIA A:
A1, A2, B, C, D	inflamabilidad
s	formación de humos
d	goteo

**HEMPEL**



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



### PINTURAS IGNÍFUGAS :

- Son pinturas ignífugas las clasificadas como M1 ó B,s1,d0.

### PINTURAS QUE PUEDEN SER IGNÍFUGAS

- Imprimaciones alquídicas
- Imprimaciones acrílicas y de clorocaucho
- Imprimaciones epoxi poliamida - fosfato de zinc y ricas en zinc
- Capas intermedias epoxi-poliamida
- Esmaltes clorocaucho
- Esmaltes acrílicos base agua y solvente
- Esmaltes de poliuretano

---

**HEMPEL**



### PINTURAS INTUMESCENTES

**Legislación:** CTE + RSCIEI + ordenanzas locales o comunitarias

**Legislación:** Determina el tiempo en minutos que debe resistir la estructura de acero para permitir la evacuación de las personas, evitar el colapso o afectación del edificio y, en última instancia, la conservación de los bienes contenidos en el mismo.

Cada fabricante ensaya su pintura intumescente en un laboratorio homologado (ENAC) según normativas vigentes y evalúa el **grosor** en micras a aplicar en función de los **minutos** (R/REI) requeridos según legislación y la **masividad** del perfil de acero.

#### MASIVIDAD:

Relación entre el perímetro expuesto al fuego y el área de la sección transversal.  $P_{exp} (m) / A_{st} (m^2) = M (m^{-1})$



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



El sistema intumescente se aplica sobre acero que forma parte de estructuras, pues es un material muy resistente; pero cuando éste alcanza los 500°C, se comporta como un plástico colapsándose toda la estructura.



**HEMPEL**



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



**HEMPEL**

---



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



Preparación de perfiles en horno para realizar los ensayos. Mediante sonda determinamos la temperatura del acero.



En contacto con el fuego, la pintura intumescente se expande aumentando el grosor hasta 100 veces el original, aislando térmicamente el acero, de manera que se dispone de más tiempo antes del posible colapso de la estructura.

---

# HEMPEL



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



**HEMPEL**

---



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



¿Cómo se protege el acero durante los minutos exigidos por la Normativa?  
15', 30', 45', 60', 90', 120'



**HEMPEL**

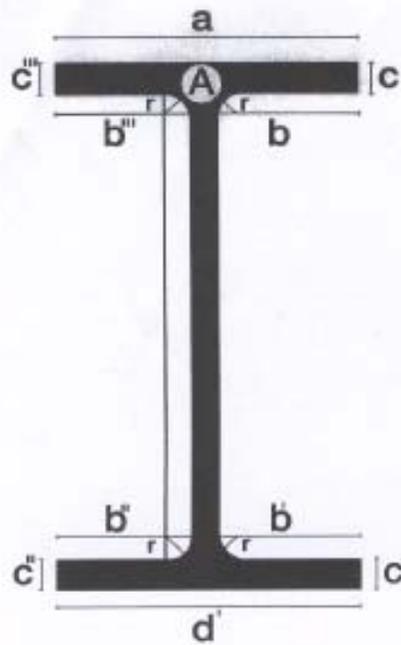
---



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL

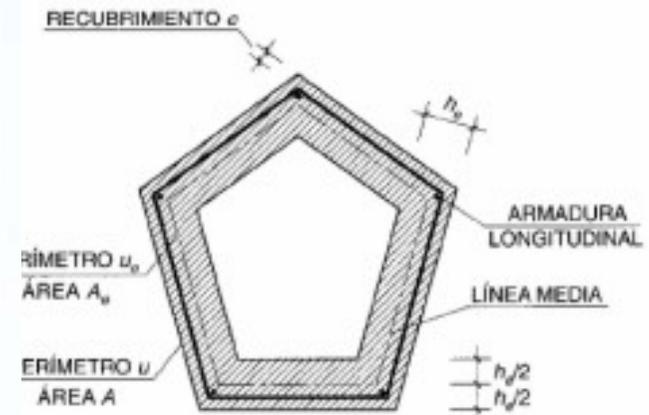
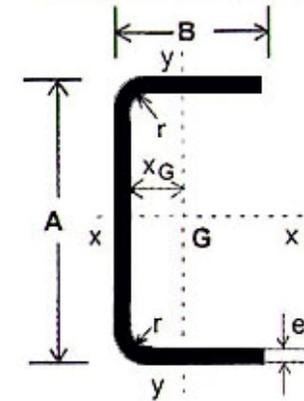


### MASIVIDAD



A: Área de la sección transversal del perfil  
 PERIMETRO DE ACERO EXPUESTO:  
 La suma de las caras expuestas al fuego  
 (ej:  $a+b+c+d+c'+b'+a'+b'+c'+d'+c'+b'+2xr$ )

$$H_p/A = \frac{\text{Perímetro de acero expuesto}}{\text{Área de la sección Transversal}} = \frac{P}{A}$$



# HEMPEL



# PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



Page 30  
ENV 1993-1-2 : 1995

Table 4.2: Section factor  $A_m/V$  for unprotected steel members.

<p>Open section exposed to fire on all sides:</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{perimeter}}{\text{cross-section area}}$	<p>Tube exposed to fire on all sides: <math>A_m/V = 1/t</math></p>
<p>Open section exposed to fire on three sides:</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{\text{surface exposed to fire}}{\text{cross-section area}}$	<p>Hollow section (or welded box section of uniform thickness) exposed to fire on all sides: If <math>t \ll b</math>: <math>A_m/V = 1/t</math></p>
<p>I-section flange exposed to fire on three sides: <math>A_m/V = (b + 2t_f)/(bt_f)</math> If <math>t \ll b</math>: <math>A_m/V = 1/t_f</math></p>	<p>Welded box section exposed to fire on all sides:</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{2(b + h)}{\text{cross-section area}}$
<p>Angle (or any open section of uniform thickness) exposed to fire on all sides: <math>A_m/V = 2/t</math></p>	<p>I-section with box reinforcement, exposed to fire on all sides:</p> $\frac{A_m}{V} = \frac{2(b + h)}{\text{cross-section area}}$
<p>Flat bar exposed to fire on all sides: <math>A_m/V = 2(b + t)/(bt)</math> If <math>t \ll b</math>: <math>A_m/V = 2/t</math></p>	<p>Flat bar exposed to fire on three sides: <math>A_m/V = (b + 2t)/(bt)</math> If <math>t \ll b</math>: <math>A_m/V = 1/t</math></p>



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



### ESQUEMA INTUMESCENTE HOMOLOGADO POR HEMPEL SEGÚN UNE 23093 Y UNE 23820

Imprimación:	HEMPADUR PRIMER 15300	entre 30 y 50 $\mu$ sobre superficie chorreada hasta grado Sa2 $\frac{1}{2}$
Pintura Intumescente:	CONTRAFLAM S 474E0	entre 399 y 2899 $\mu$ (consultar tabla)
Esmalte de acabado:	(opcional)	entre 30 y 80 $\mu$

---

# HEMPEL



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



Imprimación epoxi (dos componentes) con propiedades anticorrosivas.



Pintura acrílica (secado físico) con fosfatos que le confieren las peculiaridades de la pintura intumescente.

# HEMPEL



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



La **pintura intumescente** permite aplicar altos espesores a rodillo o pistola airless.

Dichos **espesores** se determinan, a partir de la tabla obtenida mediante el ensayo en laboratorio homologado, en función de:

- ✓ la **masividad** de las piezas a proteger
- ✓ los **minutos**
- ✓ el **número de caras** a que está expuesto cada perfil

---

**HEMPEL**



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



Resistencia al Fuego (minutos)	RF 15	RF 30	RF 45	RF 60	RF 90	RF 120
<b>M (Masividad m-1)</b>	<b>V/P</b>	<b>V/P</b>	<b>V/P</b>	<b>V/P</b>	<b>V/P</b>	<b>V/P</b>
63	399	399	614	971	1685	2399
70	399	399	680	1075	1866	2657
80	399	399	773	1223	2123	
90	399	399	866	1370	2377	
100	399	401	958	1515	2629	
110	399	439	1049	1659	2879	
120	399	477	1139	1802		
130	399	514	1229	1943		
140	399	551	1317	2083		
150	399	588	1405	2222		
160	399	624	1492	2360		
170	399	660	1579	2497		
180	399	696	1664	2632		
190	399	732	1749	2766		
200	399	767	1833	2899		
210	399	802	1916			
220	399	836	1999			
230	399	871	2081			
240	399	905	2162			
250	399	938	2243			
260	399	972	2323			
270	399	1005	2402			
280	399	1038	2480			
290	399	1070	2558			
300	399	1103	2636			
310	399	1135	2712			
320	399	1167	2788			
330	399	1198	2863			
340	399	1229				

**HEMPEL**



# PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



## CONTRAFLAM S

Pintura Intumescente

Fecha	26/11/2008
-------	------------

Obra	
Localidad	
Distribuidor	
Aplicador	

Perfil de acero mm	nº caras	nº perfiles	Medidas perfil (m)	R	Masividad	Micraje μ	Primer (μ) 15300	m lineal Total	Sup. m²	litros/m²	Litros (teórico)
HE 100 B	4	1	1	45	218	1,982	50	1	0.57	3.3	1.9
HE 120 B	4	1	1	45	202	1,850	50	1	0.69	3.1	2.1
HE 160 B	4	1	1	45	169	1,570	50	1	0.92	2.6	2.4
HE 200 B	4	1	1	45	147	1,379	50	1	1.15	2.3	2.6
HE 260 B	4	1	1	45	127	1,202	50	1	1.50	2.0	3.0
HE 300 B	4	1	1	45	116	1,103	50	1	1.73	1.8	3.2

### COMENTARIOS:

Antes de aplicar el CONTRAFLAM debe imprimirse toda la superficie con HEMPADUR 15300.

Sup. m²

6.55

Total Lt.

CONTRAFLAM

Hempadur Primer 15300 (Lt.)

0.66

15.2

N/A: Perfil fuera de las tablas para la EF requerida

Factor de pérdida estimado durante la aplicación:

A rodillo: 1,10

Con Airless: 1,67

PINTURAS HEMPEL, S.A. -División Construcción Náutica

Oficina Técnica - COXX08

# HEMPEL



# PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



## CONTRAFLAM S Pintura Intumescente

Fecha 26/11/2008

Obra	
Localidad	
Distribuidor	
Aplicador	

Perfil de acero mm	nº caras	nº perfiles	Medidas perfil (m)	R	Masividad	Micraje μ	Primer (μ) 15300	m lineal Total	Sup. m²	litros/m²	Litros (teórico)
HE 100 B	4	1	1	60	218	N/A	50	1	0.57	N/A	N/A
HE 120 B	4	1	1	60	202	N/A	50	1	0.69	N/A	N/A
HE 160 B	4	1	1	60	169	2,483	50	1	0.92	4.1	3.8
HE 200 B	4	1	1	60	147	2,180	50	1	1.15	3.6	4.2
HE 260 B	4	1	1	60	127	1,901	50	1	1.50	3.2	4.7
HE 300 B	4	1	1	60	116	1,745	50	1	1.73	2.9	5.0

### COMENTARIOS:

Antes de aplicar el CONTRAFLAM debe imprimarse toda la superficie con HEMPADUR 15300.

Sup. m² 6.55

Total Lt.

CONTRAFLAM

Hempadur Primer 15300 (Lt.)

0.66

17.8

N/A: Perfil fuera de las tablas para la EF requerida

Factor de pérdida estimado durante la aplicación:

A rodillo: 1,10

Con Airless: 1,67

PINTURAS HEMPEL, S.A. -División Construcción Náutica

Oficina Técnica - COXX08

# HEMPEL



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



### CONTRAFLAM S

Pintura Intumescente

Fecha 26/11/2008

Obra	
Localidad	
Distribuidor	
Aplicador	

Perfil de acero mm	nº caras	nº perfiles	Medidas perfil (m)	R	Masividad	Micraje μ	Primer (μ) 15300	m lineal Total	Sup. m²	litros/m²	Litros (teórico)
IPN 160	4	1	1	90	252	N/A	50	1	0.58	N/A	N/A
IPN 160	3	1	1	90	220	N/A	50	1	0.50	N/A	N/A
IPN 160	2	1	1	90	65	1,737	50	1	0.29	2.9	0.8
IPN 160	1	1	1	90	33	1,685	50	1	0.14	2.8	0.4

#### COMENTARIOS:

Antes de aplicar el CONTRAFLAM debe imprimirse toda la superficie con HEMPADUR 15300.

Sup. m²

1.51

Total Lt.

CONTRAFLAM

Hempadur Primer 15300 (Lt.)

0.15

1.2

N/A: Perfil fuera de las tablas para la EF requerida

Factor de pérdida estimado durante la aplicación:

A rodillo: 1,10

Con Airless: 1,67

PINTURAS HEMPEL, S.A. -División Construcción Náutica

Oficina Técnica - COXX08

# HEMPEL



## PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



### CONTRAFLAM S

Pintura Intumescente

Fecha 26/11/2008

Obra	
Localidad	
Distribuidor	
Aplicador	

Perfil de acero mm	nº caras	nº perfiles	Medidas perfil (m)	R	Masividad	Micraje μ	Primer (μ) 15300	m lineal Total	Sup. m²	litros/m²	Litros (teórico)
IPN 160	2	3	12.5	45	65	633	50	37.5	10.78	1.1	11.4
HE 180 B	1	1	1	45	27.5	614	50	1	0.26	1.0	0.3
TUBO O 60,3.5	4	2	5.6	45	218.1	1,983	50	11.2	2.12	3.3	7.0
TUBO 120.60.7,1	4	5	4.8	45	147.7	1,385	50	24	9.60	2.3	22.2
HE 180 M	3	7	3.7	45	80	773	50	25.9	23.39	1.3	30.1
2UPN 240	4	3	1	45	97	930	50	3	2.40	1.6	3.7

#### COMENTARIOS:

Antes de aplicar el CONTRAFLAM debe imprimirse toda la superficie con HEMPADUR 15300.

Sup. m² 48.55

Total Lt.

CONTRAFLAM

Hempadur Primer 15300 (Lt.)

4.85

74.7

N/A: Perfil fuera de las tablas para la EF requerida

Factor de pérdida estimado durante la aplicación:

A rodillo: 1,10

Con Airless: 1,67

PINTURAS HEMPEL, S.A. -División Construcción Náutica

Oficina Técnica - COXX08

# HEMPEL



## Diferencias más importantes entre la nueva norma UNE-ENV 13381-4:2002 y la anterior UNE 23820-1997

El tipo de termopar que se utiliza tiene una “respuesta diferente” cuando se hace el ensayo, más adecuada a la realidad, y el incremento inicial de temperatura del perfil es mucho más rápido que con los termopares que se utilizan con anterioridad, por lo que hay cierta diferencia entre los micrajados a aplicar.



PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



## APLICACIÓN DE LA PINTURA INTUMESCENTE: CONTRAFLAM S 474E0



### Pistola airless

- Espesores altos en una sola capa (hasta 500 $\mu$  secas)
- La aplicación se suele realizar en obra para evitar daños en el montaje.



### Rodillo y brocha

- RODILLO: cuando existe una dificultad de aplicación en airless o cuando los perfiles son muy pequeños.
- BROCHA: pequeños repasos.

---

**HEMPEL**



PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



## SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA APLICACIÓN

### Norma UNE-EN ISO 2808-2000

- Los espesores mínimos deberían ser, en cualquier parte del perfil, el que marca la tabla de masividades/micraje del producto utilizado.



- Medidor de espesores electromagnético y no destructivo hasta un rango máximo de 5mm según norma. La medición se realiza en  $\mu$ .

**HEMPEL**



PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO DEL ACERO ESTRUCTURAL



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

Joan Moret Ferrer  
PINTURAS HEMPEL  
[jmf@hempel.com](mailto:jmf@hempel.com)

---

**HEMPEL**