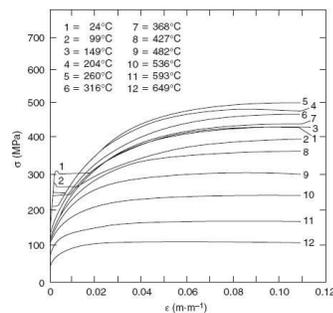
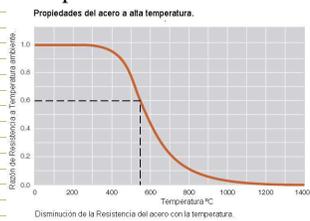


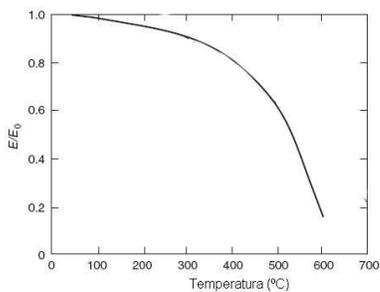
# INTRODUCCIÓN

- Desventaja

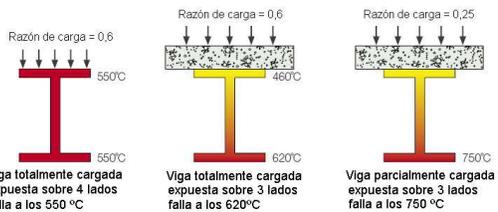
– El acero disminuye sus propiedades mecánicas con la temperatura.



Curvas de Esfuerzo-Deformación para un acero estructural (ASTM A36) a temperatura ambiente y elevadas temperaturas.



Efecto de la temperatura sobre el módulo de elasticidad de aceros estructurales.



Efecto del perfil de temperatura y la carga sobre la temperatura de falla.

¿SOLUCIÓN?

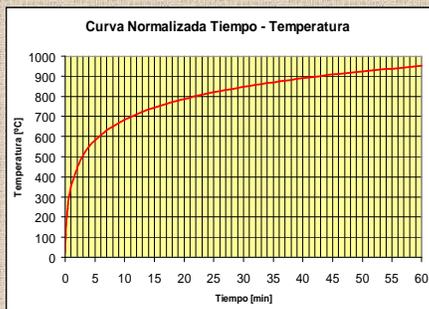


**PROTECCIÓN**

## Protección del Acero

- Diseño Prescriptivo.
- Diseño basado en la Performance.

### DISEÑO PRESCRIPTIVO



$$T - T_0 = 345 \log(8t + 1)$$

### DISEÑO PRESCRIPTIVO

- Sólo nos garantiza un tiempo determinado de protección:

F15 - F30 - F60 - F90 - F120 - F150 - F180 - F240

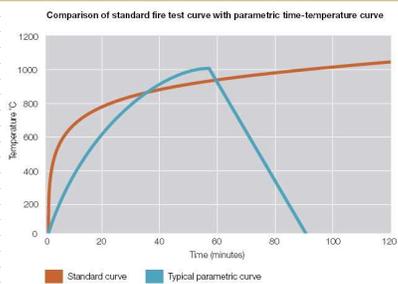
## DISEÑO basado en PERFORMANCE

- DISTINTOS NIVELES
  - Curva normalizada + cálculo CFD.
  - Curva parametrizada asimilable.
  - Curva parametrizada + cálculo CFD.
  - Curva parametrizada + cálculo exhaustivo CFD.

## Curva parametrizada. Real Fires.

- Carga Combustible.
- Ventilación.
- Espacio físico (transmisión flujos de calor)

## Curva parametrizada. Real Fires.



The standard fire curve represents a fully developed room fire. It does not account for fuel load. It does not account for ventilation. The natural fire curves offer a more realistic assessment.

## PROTECCIÓN

- Debemos proteger nuestra estructura de acuerdo a los requerimientos.

RESISTENCIA AL FUEGO REQUERIDA PARA  
LOS ELEMENTOS DE CONSTRUCCION DE EDIFICIOS

ELEMENTOS DE CONSTRUCCION									
TIPO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
a	F-180	F-120	F-120	F-120	F-120	F- 30	F- 60	F-120	F- 60
b	F-150	F-120	F- 90	F- 90	F- 90	F- 15	F- 30	F- 90	F- 60
c	F-120	F- 90	F- 60	F- 60	F- 60	-	F- 15	F- 60	F- 30
d	F-120	F- 60	F- 60	F- 60	F- 30	-	-	F- 30	F- 15

SIMBOLOGIA:

Elementos verticales:

- (1) Muros cortafuego
- (2) Muros zona vertical de seguridad y caja de escalera
- (3) Muros caja ascensores
- (4) Muros divisorios entre unidades (hasta la cubierta)
- (5) Elementos soportantes verticales
- (6) Muros no soportantes y tabiques

Elementos verticales y horizontales:

- (7) Escaleras

Elementos horizontales:

- (8) Elementos soportantes horizontales
- (9) Techumbre incluido cielo falso

## SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

- Diseño, exponer parcialmente.
- Pintura Intumescente
- Proyección de materiales livianos
- Encajonamiento
- Estuco con hormigón

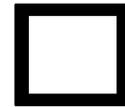
## MASIVIDAD

- Concepto **FUNDAMENTAL** en la protección de estructuras de acero contra el fuego
- Es un parámetro que sirve para discriminar entre distintos perfiles de acero.

## MASIVIDAD



Menor resistencia



Mayor resistencia

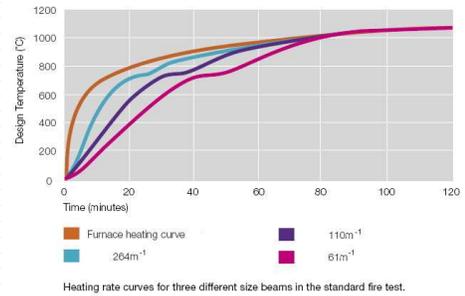
## ¿QUÉ ES LA MASIVIDAD? ¿CÓMO SE DEFINE?

- La Masividad es la relación que existe entre el perímetro expuesto al fuego del perfil y su sección transversal

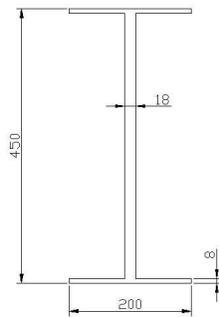
$$\text{Masividad} = \frac{\text{Perímetro expuesto}}{\text{Área del perfil}}$$

## MASIVIDAD

Unprotected beams - Design temperature

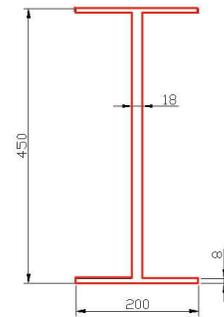


VIGA IN 45 x 82,5

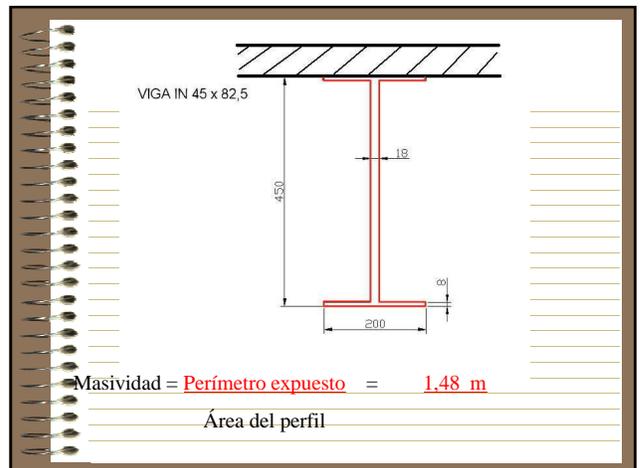
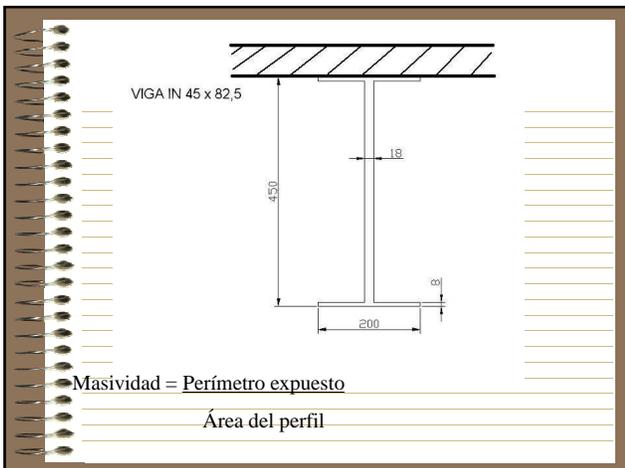
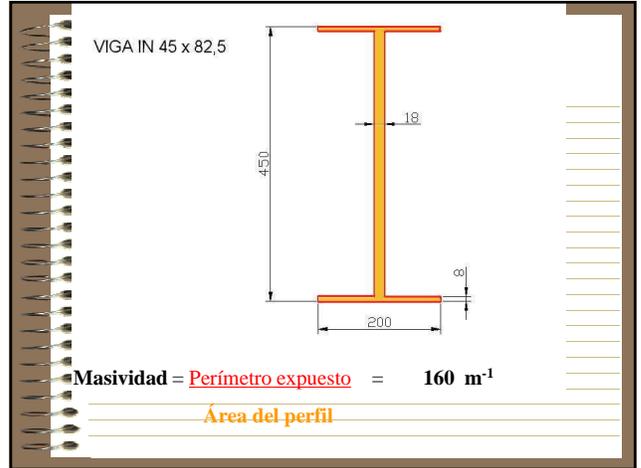
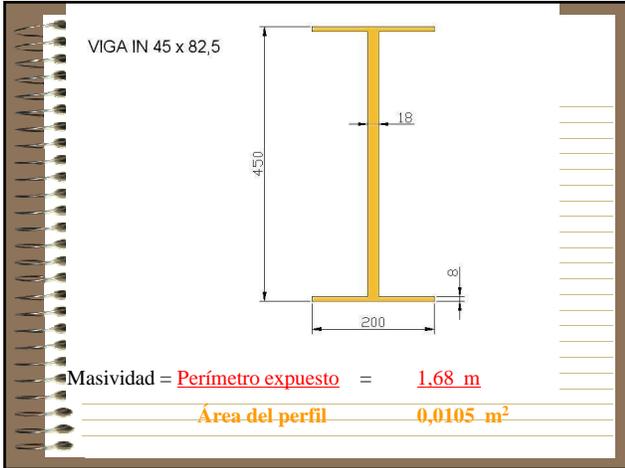


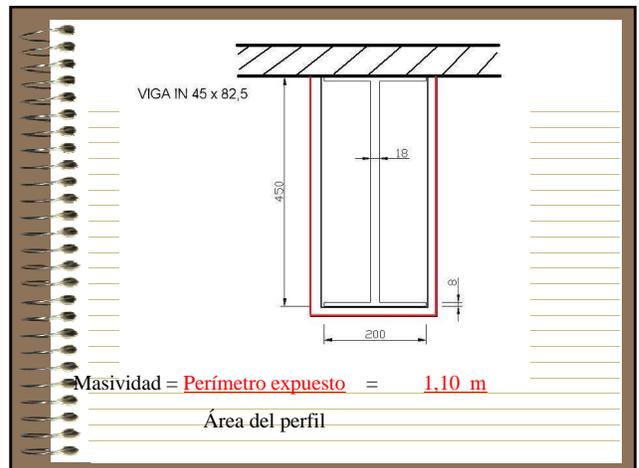
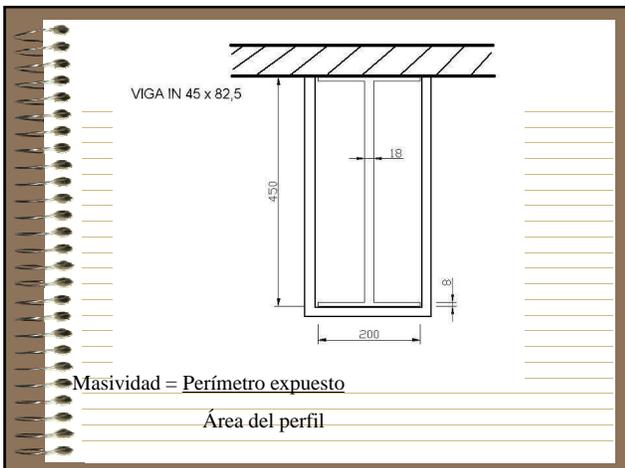
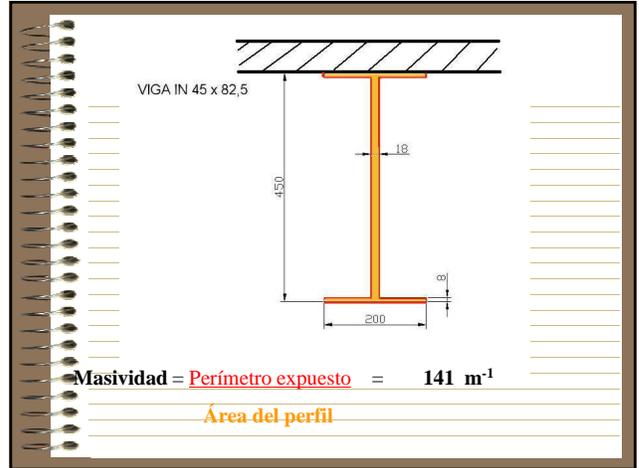
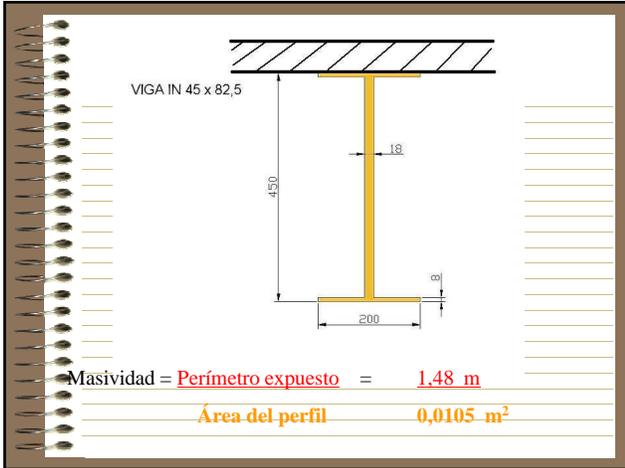
$$\text{Masividad} = \frac{\text{Perímetro expuesto}}{\text{Área del perfil}}$$

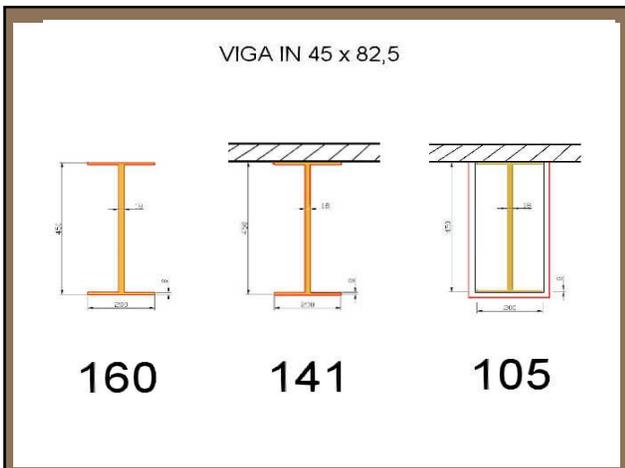
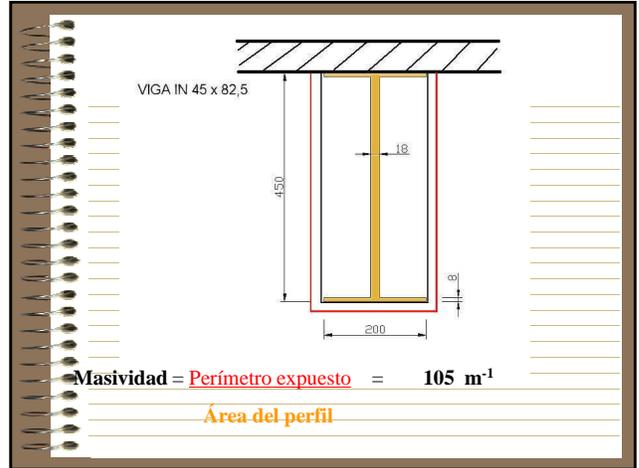
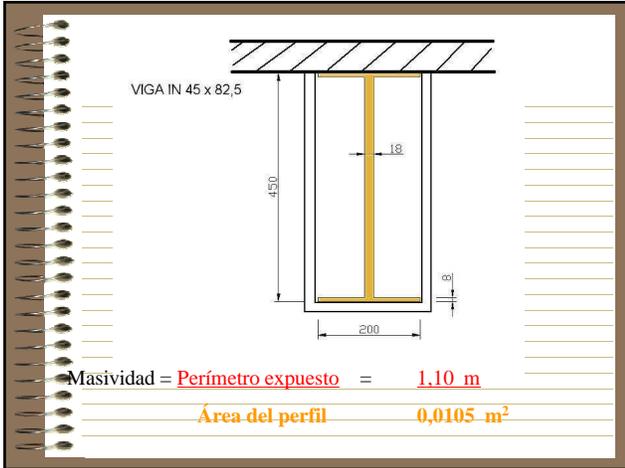
VIGA IN 45 x 82,5



$$\text{Masividad} = \frac{\text{Perímetro expuesto}}{\text{Área del perfil}} = 1,68 \text{ m}$$







### MASIVIDAD

- A menor masividad, mayor resistencia al fuego
- A menor perímetro expuesto al fuego, mayor resistencia al fuego
- A mayor masa del perfil o mayor sección transversal del perfil, mayor resistencia al fuego

## MASIVIDAD

- Cualquier espesor de protección contra el fuego que determinemos, siempre estará asociado a un valor de masividad

## HORMIGÓN

- Estuco de hormigón
- Es necesario colocar una malla reticulada ACMA antes de estucar el elemento.
- Se utilizan espesores del orden de 5cm. Para lograr resistencias F120 en masividades cercanas a 200.
- Alto costo
- Mucho tiempo en su aplicación

## HORMIGÓN

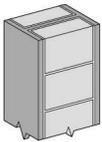


Figure 37 Block infilled column.

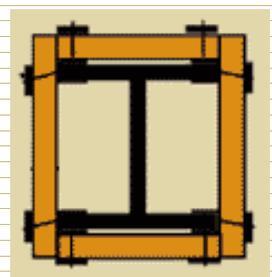
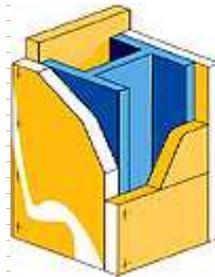


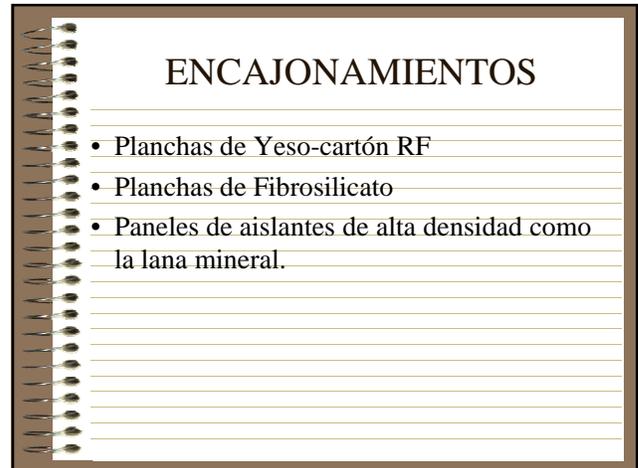
Figure 38 Web infilled column.



Figure 39 Shelf angle floor beam.

## ENCAJONAMIENTOS





## ENCAJONAMIENTOS

- Se logran resistencias hasta F120
- Tienen una terminación estéticamente buena.
- Su aplicación es muy limpia.
- Requieren poca mantención.
- No es de fácil instalación, debido al corte de las planchas y los obstáculos presentes.

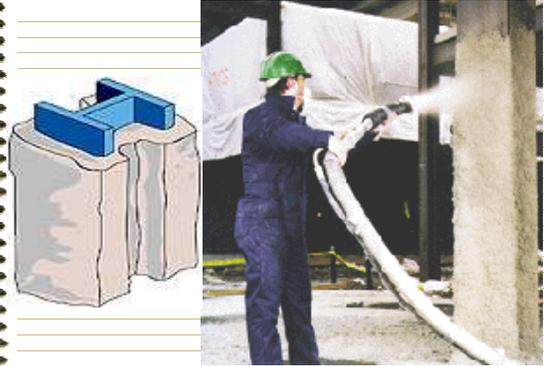
## MATERIALES PROYECTADOS

- Morteros livianos en base a fibra mineral de gran aislación.
- Distintas clases de productos (muchas variedades)
- Son proyectados mediante bombas
- Algunos productos necesitan agua para la proyección.

## MATERIALES PROYECTADOS

- Incombustibles
- No producen humo
- No promueven la corrosión del acero
- Son de fácil y rápida aplicación
- Color negro, gris o blanco.
- Protección hasta 4 horas (F240)

## MATERIALES PROYECTADOS



MATERIALES PROYECTADOS



MATERIALES PROYECTADOS



MATERIALES PROYECTADOS



MATERIALES PROYECTADOS



## MATERIALES PROYECTADOS

- Interferencia con otros trabajos de la obra, produciéndose un desprendimiento del material.
- Instalación de ductos coordinada con la aplicación del mortero.
- El diseño de las redes de ductos y cañerías debiera considerar los espesores del producto.
- Considerar mantenimiento periódica.

## MATERIALES PROYECTADOS

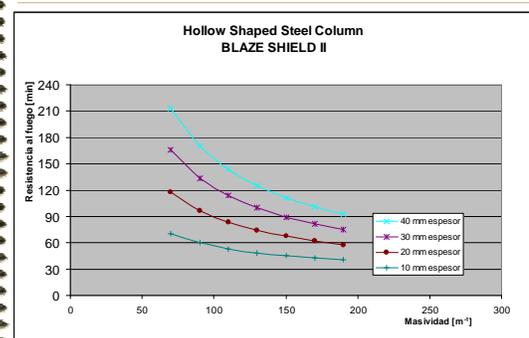
- La terminación puede parecer no muy estética, pero se le puede dar un acabado mejor.



## MATERIALES PROYECTADOS

- Muy importante el control
  - Espesores aplicados
  - Densidad del producto
  - Adherencia

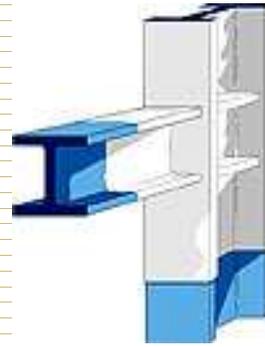
## MATERIALES PROYECTADOS



## PINTURA INTUMESCENTE

- Intumescente: Producto que expande su tamaño con el fuego hasta 80 o 100 veces su tamaño original
- Composición:
  - Catalizador --> libera ácido
  - Agente carbonífero
  - Sistema de resina
  - Agente intumescente o espumificante
  - Base acuosa y base solvente.

## PINTURA INTUMESCENTE



## PINTURA INTUMESCENTE



## PINTURA INTUMESCENTE



## PINTURA INTUMESCENTE



## PINTURA INTUMESCENTE



- 1º Imprimante
- 2º Pintura intumescente
- 3º Terminación de protección

## PINTURA INTUMESCENTE

- Ventajas:
  - Permite utilizar el acero en forma decorativa, dejando el acero a la vista.
  - Fácil aplicación con brocha, rodillo o rociador especial.
  - Rápida aplicación.
  - Se puede diluir con un POCO de agua.
  - Comúnmente blanca, pero se le puede dar terminaciones de otros colores.

## PINTURA INTUMESCENTE



## PINTURA INTUMESCENTE

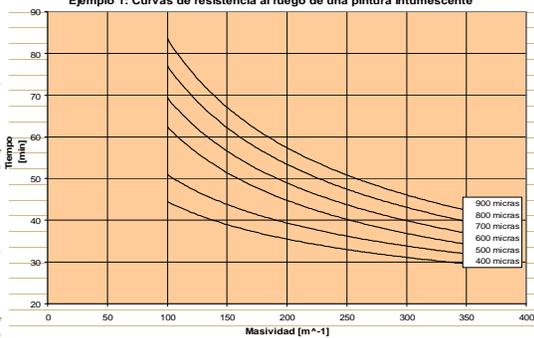
- Desventajas
  - OJO: Sólo aplicable en aceros.
  - Debe controlarse la composición (Pintura certificada)
  - Sólo interiores, y en ambientes húmedos DEBE colocarse la última capa de protección (caucho clorado)
  - Uso solamente hasta F90
  - Uso solamente hasta masividad  $390 \text{ m}^{-1}$
  - Durabilidad (5 años)

## PINTURA INTUMESCENTE

- OJO
  - Controlar los espesores aplicados a través de un laboratorio calificado.
  - Considerar la masividad del elemento a proteger.

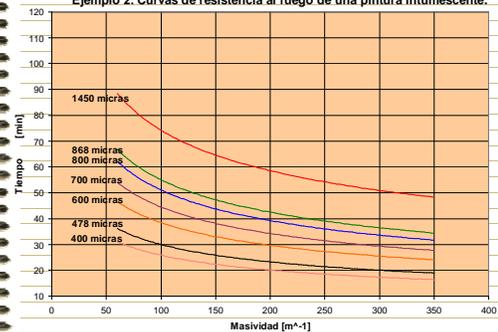
## PINTURA INTUMESCENTE

Ejemplo 1: Curvas de resistencia al fuego de una pintura intumescente



## PINTURA INTUMESCENTE

Ejemplo 2: Curvas de resistencia al fuego de una pintura intumescente.



MASIVIDAD [m <sup>3</sup> ·1]	RESISTENCIA AL FUEGO			
	F 15	F 30	F 60	F 90
60	400	400	700	1300
70			750	1400
80			800	1450
90			850	1500
100			900	1650
110			950	1700
120			950	1800
130			1000	
140			1050	
150		450	1100	
160				
170		500	1150	
180			1200	
190			1250	
200		550	1300	
210				
220			1350	
230		600	1400	
240			1450	
250		650	1500	
260				
270			1550	
280		700	1600	
290			1650	
300				
310			1700	
320		750	1750	
330			1800	
340				
350				
360		800		
370	450			
380				
390				

- ## CONCLUSIONES
- Proteger estructuras acero de acuerdo a requisitos.
  - Especificar producto a aplicar en etapa de diseño, considerando:
    - Protección elegida
    - Masividades
    - Espesores

- ## CONCLUSIONES
- Asegurarse, mediante ensayos, de las características del producto.
  - Exigir que la empresa aplicadora controle, a través de un laboratorio, las características del producto aplicado:
    - Espesor
    - Densidad
    - Adherencia
- FIN