



Acero e Incendios.

Estabilidad a altas temperaturas.

Marcial Salaverry R.
Unidad de Ingeniería de Incendios.
IDIEM – Universidad de Chile

Incendio Real.



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:

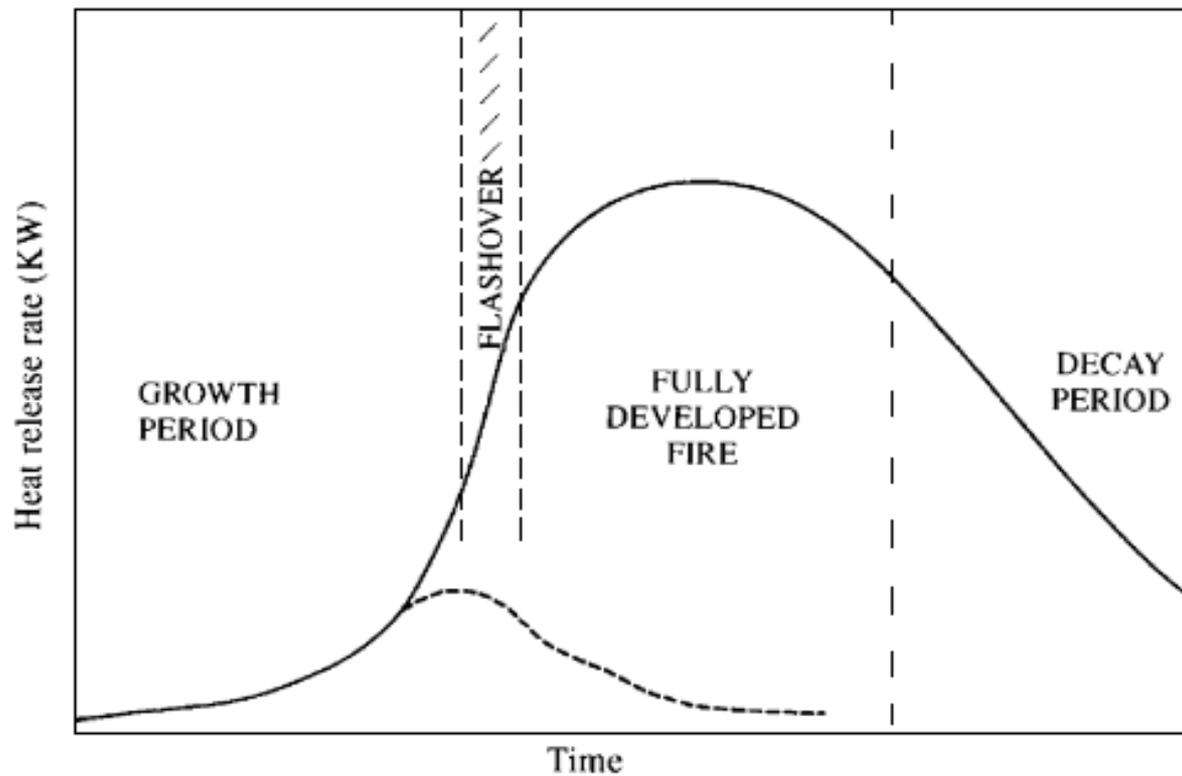
- (7) Escaleras

Elementos horizontales:

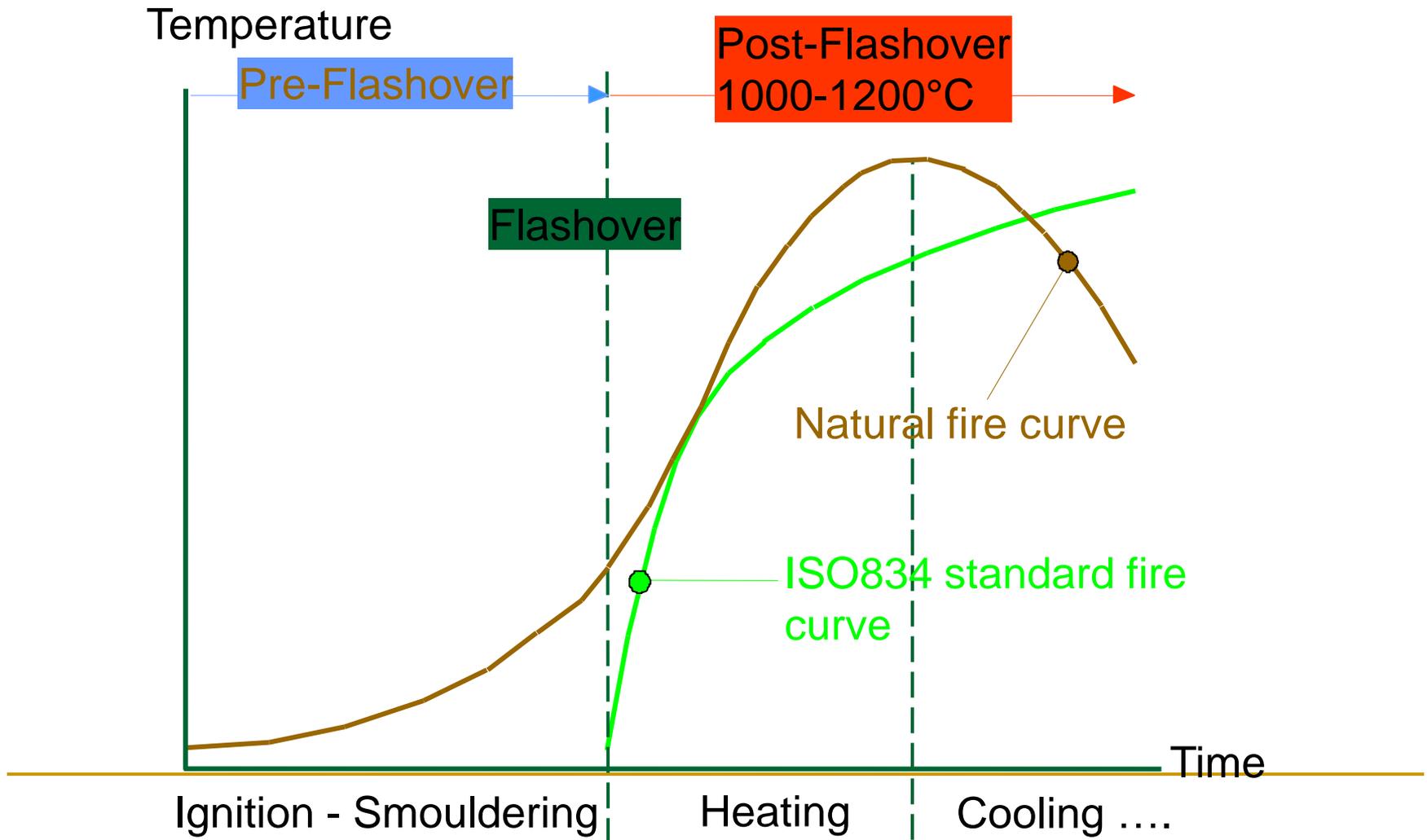
- (8) Elementos soportantes horizontales
- (9) Techumbre incluido cielo falso

Incendio Real.

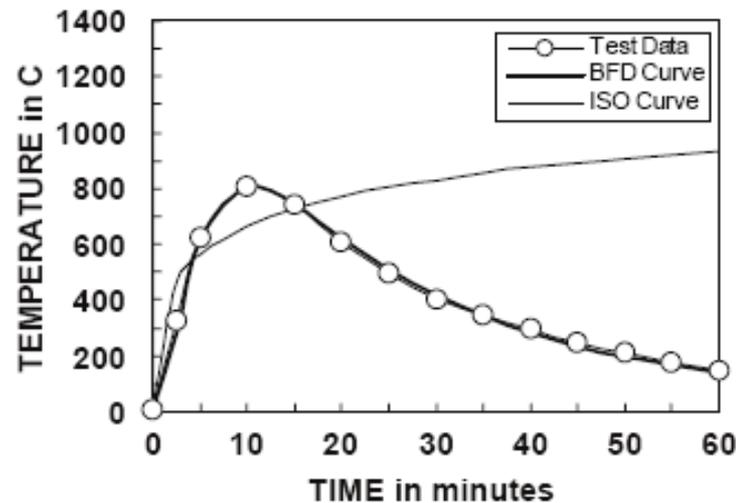
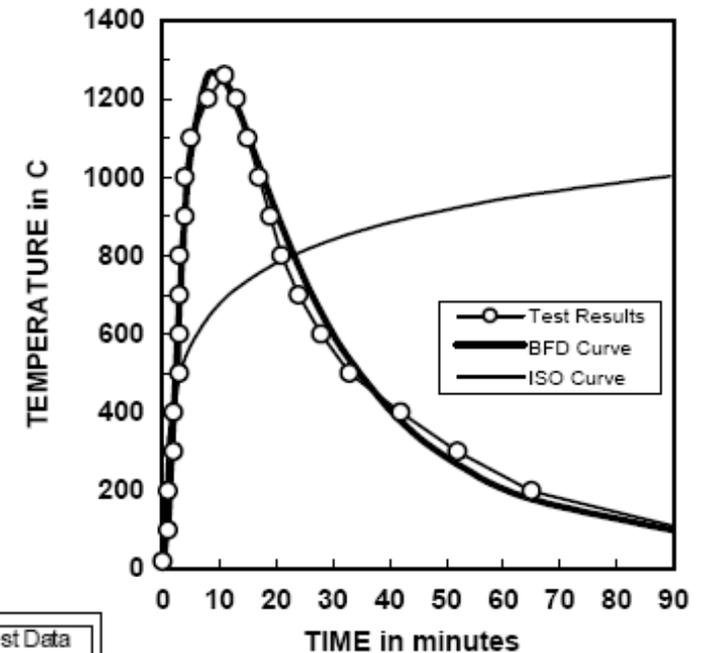
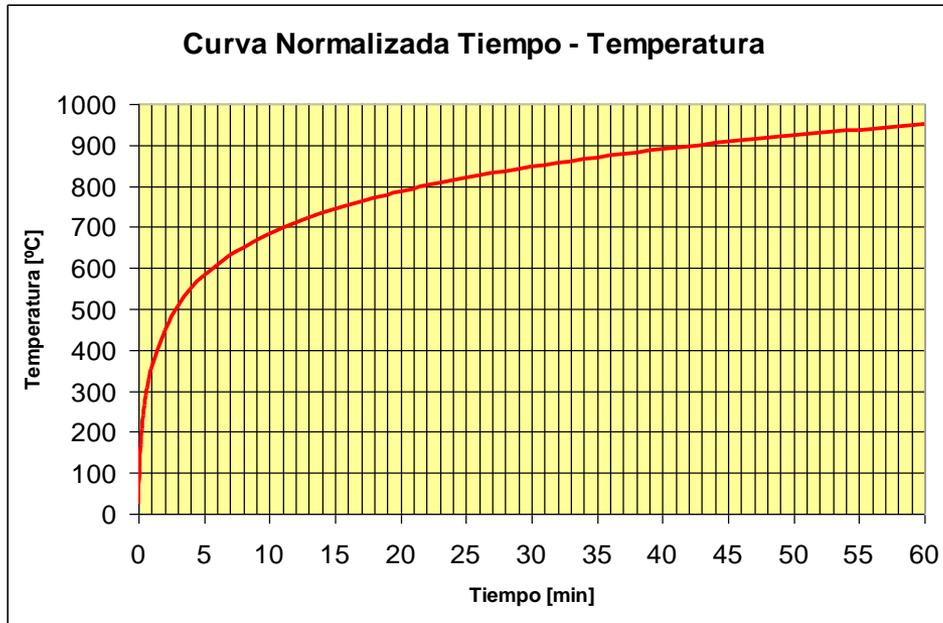
- Etapas de un incendio real.
- Ensayo de laboratorio.



Incendio Real.



Incendio Real v/s Estándar.



Situación de Flashover.

- Incendio desarrollado.
- Ensayo de resistencia al fuego.



Estructuras post-incendio.



Estructuras post-incendio.



Estructuras post-incendio.



Estructuras post-incendio.



Estructuras post-incendio.



Estructuras post-incendio.



Estructuras post-incendio.



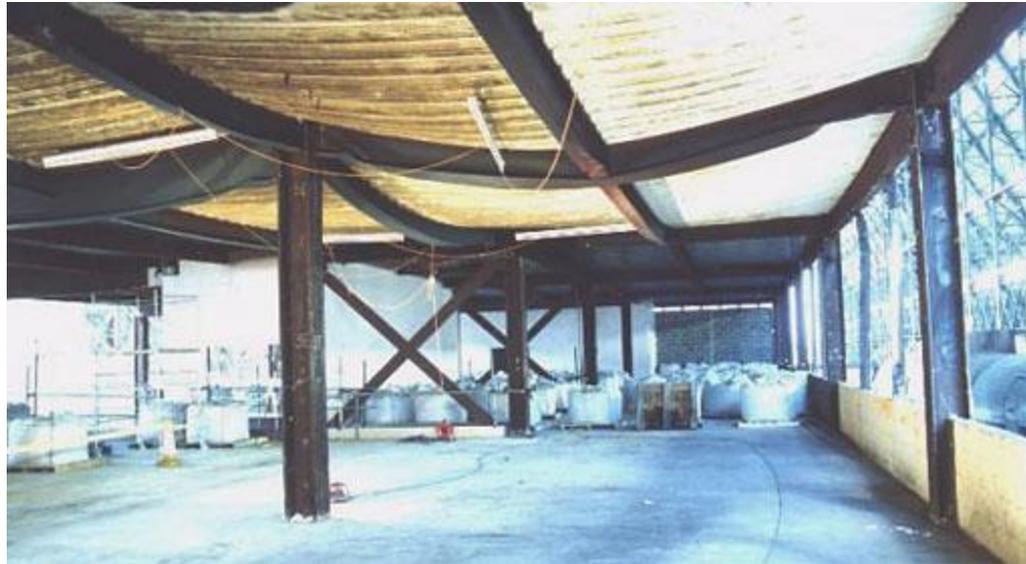
Estructuras post-incendio.



Cardington Fire.



Cardington Fire.



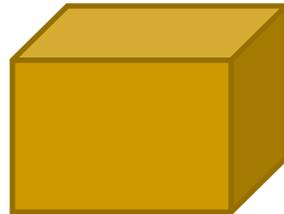
Cardington Fire.



Deducción.

- Un cuerpo absorbe calor, vía convección y radiación.
- Y aumenta su temperatura según la capacidad calórica que el cuerpo tenga.

$$h \cdot A_{\text{sup}} \cdot (T_{\text{fluido}} - T_{\text{sup}}) + \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_{\text{sup}} \cdot (T_{\text{ambiente}}^4 - T_{\text{sup}}^4) = m \cdot C_p \cdot (T_f - T_i)$$

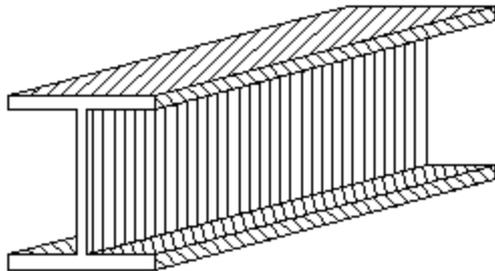


- Área superficial Total: A_{sup}.
- Masa: M.

Caso Incendio.

- Ejemplo: Una viga de acero.

$$\frac{A_{\text{sup}}}{m \cdot C_p} \cdot \left[h \cdot \left(T_{\text{fluido}} - T_{\text{sup}} \right) + \varepsilon \cdot \sigma \cdot \left(T_{\text{ambiente}}^4 - T_{\text{sup}}^4 \right) \right] T_i = T_f$$

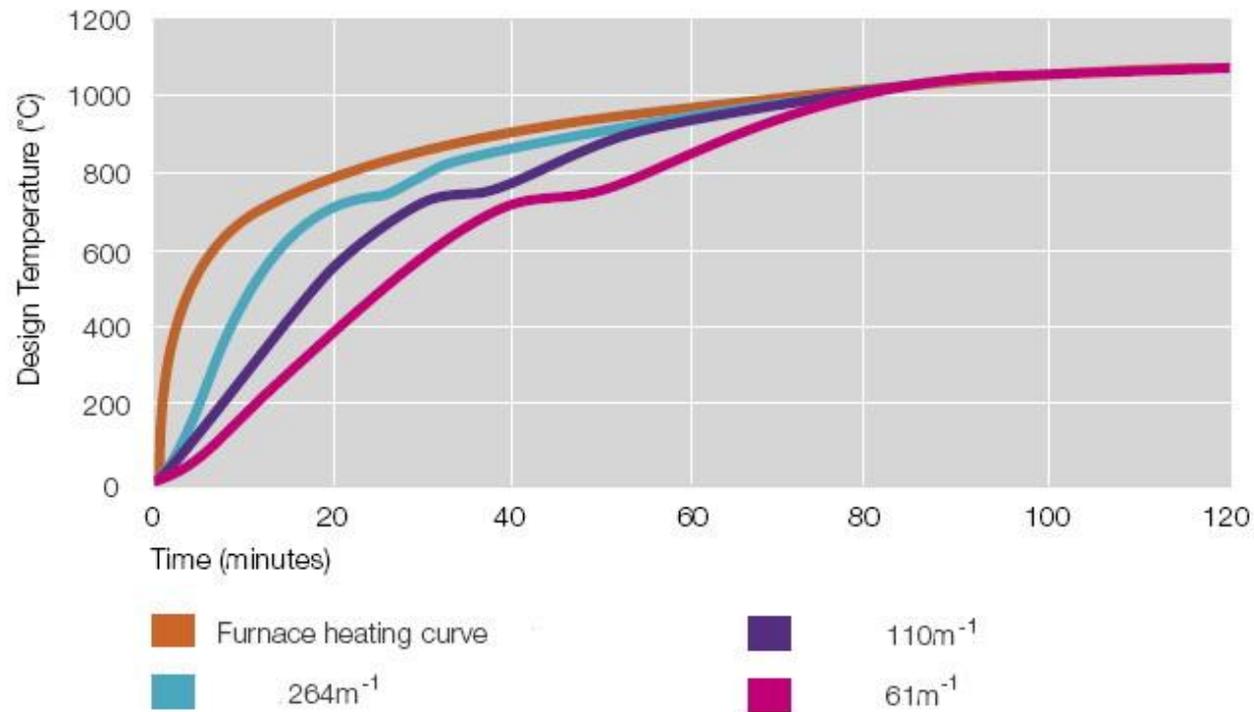


$$\Phi = \frac{A_{\text{Superficial.}}}{\text{Masa}} = \frac{A_{\text{Superficial.}}}{V \cdot \rho} = \frac{P \cdot L}{(S_{\text{Trans.}} \cdot L) \cdot \rho}$$

$$\Rightarrow M = \frac{P}{S_{\text{Trans.}}}$$

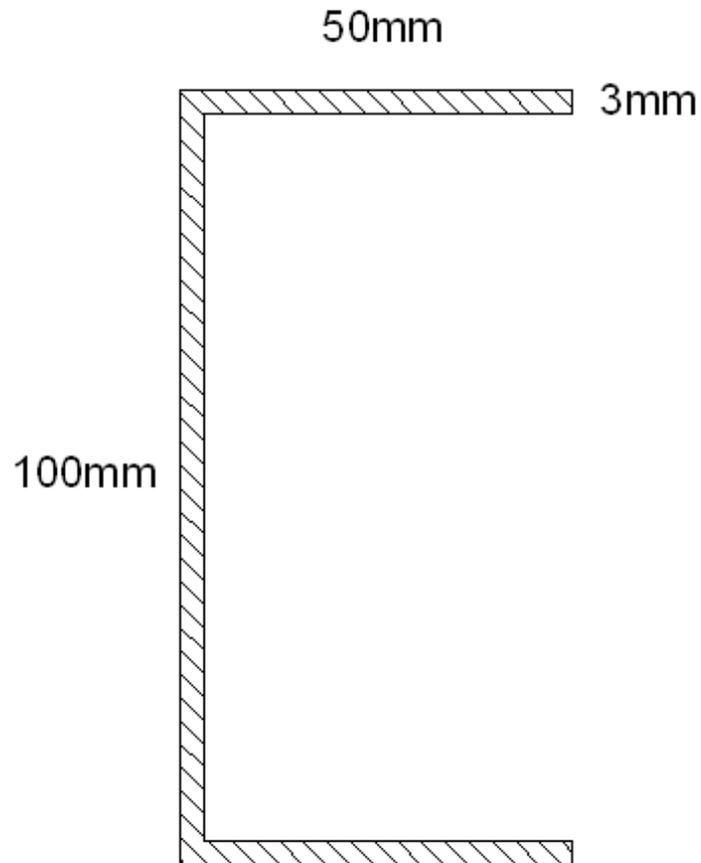
Comportamiento de perfiles livianos y pesados.

Unprotected beams - Design temperature



Heating rate curves for three different size beams in the standard fire test.

Ejemplos de Cálculo.

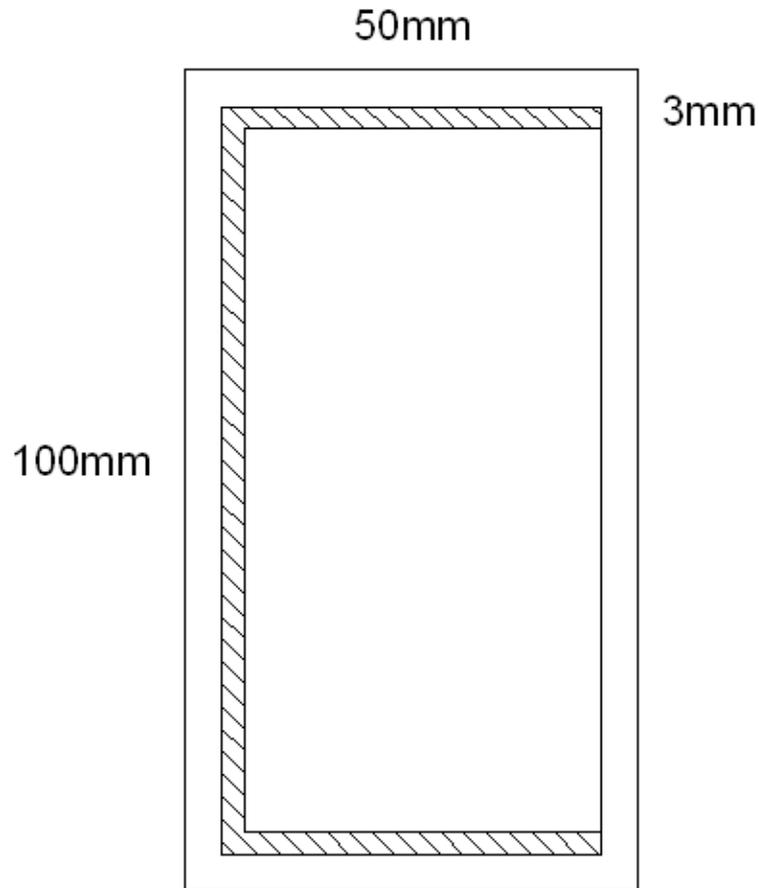


$$P = 394 \text{ mm} = 0.394\text{m}$$

$$A = 582 \text{ mm}^2 = 0.000582\text{m}^2$$

$$M = 677\text{m}^{-1}$$

Ejemplos de Cálculo.

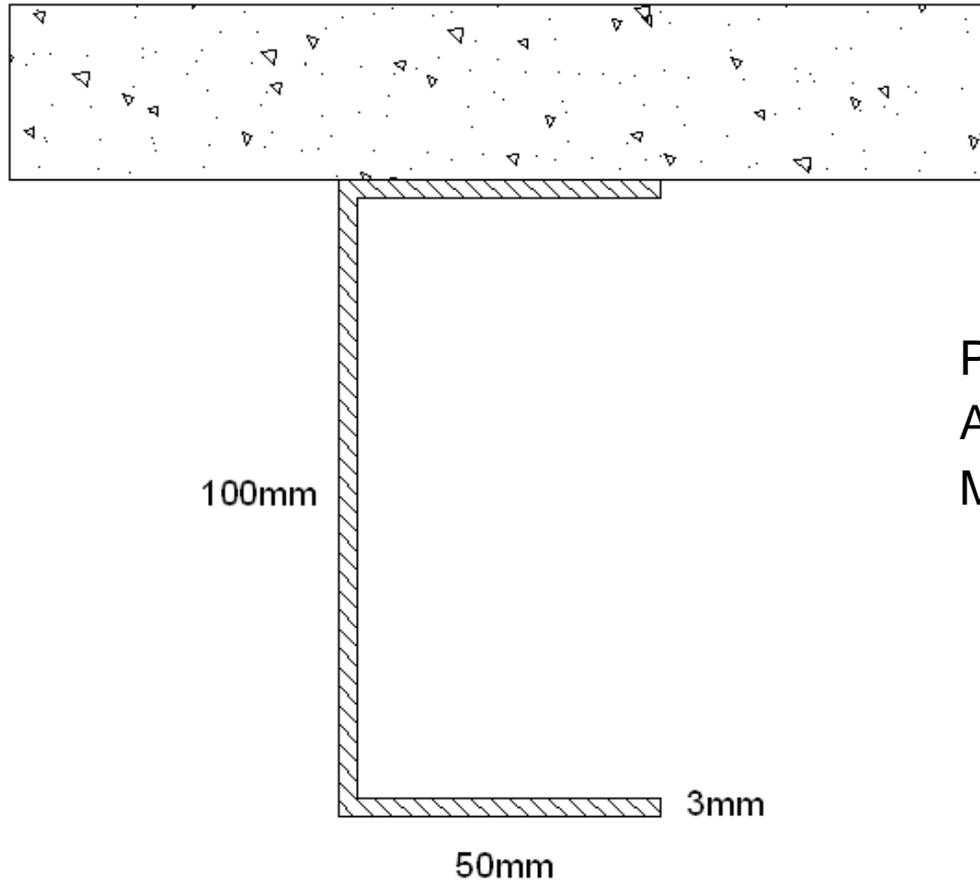


$$P = 300 \text{ mm}$$

$$A = 582 \text{ mm}^2$$

$$M = 300/582 * 1000 = 515m^{-1}$$

Ejemplos de Cálculo.

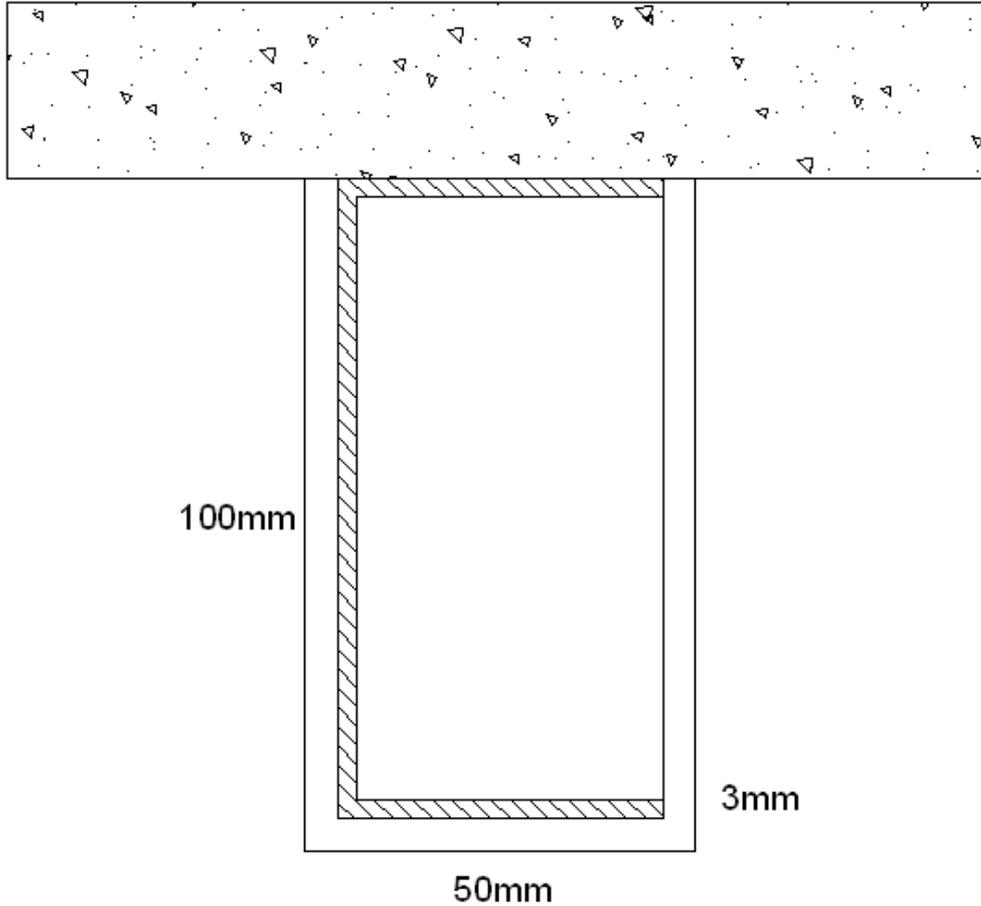


$$P = 394 - 50 = 344 \text{ mm}$$

$$A = 582 \text{ mm}^2$$

$$M = 344/582 * 1000 = 591 \text{ m}^{-1}$$

Ejemplos de Cálculo.



$$P = 250 \text{ mm}$$

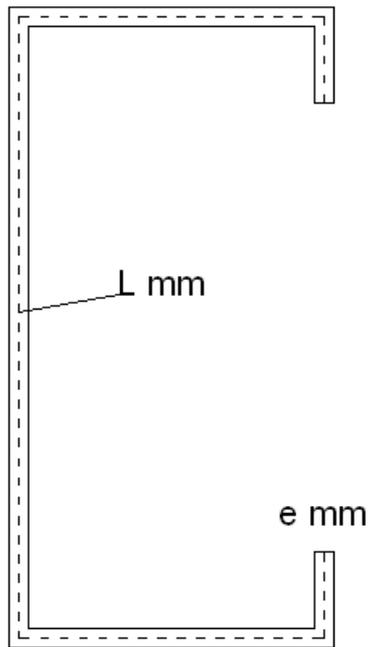
$$A = 582 \text{ mm}^2$$

$$M = 250/582 * 1000 = 430 \text{ m}^{-1}$$

Caso particular:

1. Línea media.

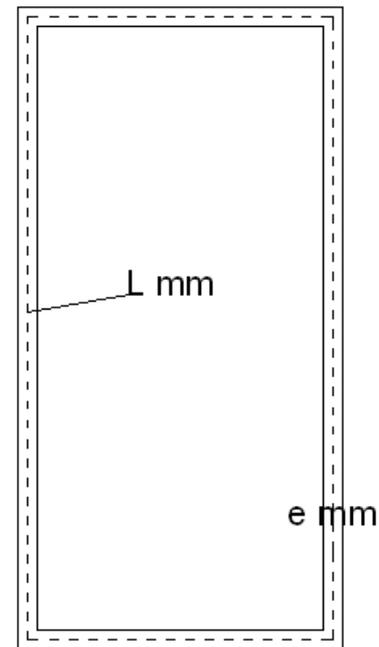
1. Para perfiles totalmente expuestos.
2. Para perfiles de espesor constante.



$$P = 2L$$

$$A = L * e$$

$$M = 2L/L * e = 2/e \text{ m}^{-1}$$



$$P = L$$

$$A = L * e$$

$$M = L/L * e = 1/e \text{ m}^{-1}$$

Soluciones de protección.

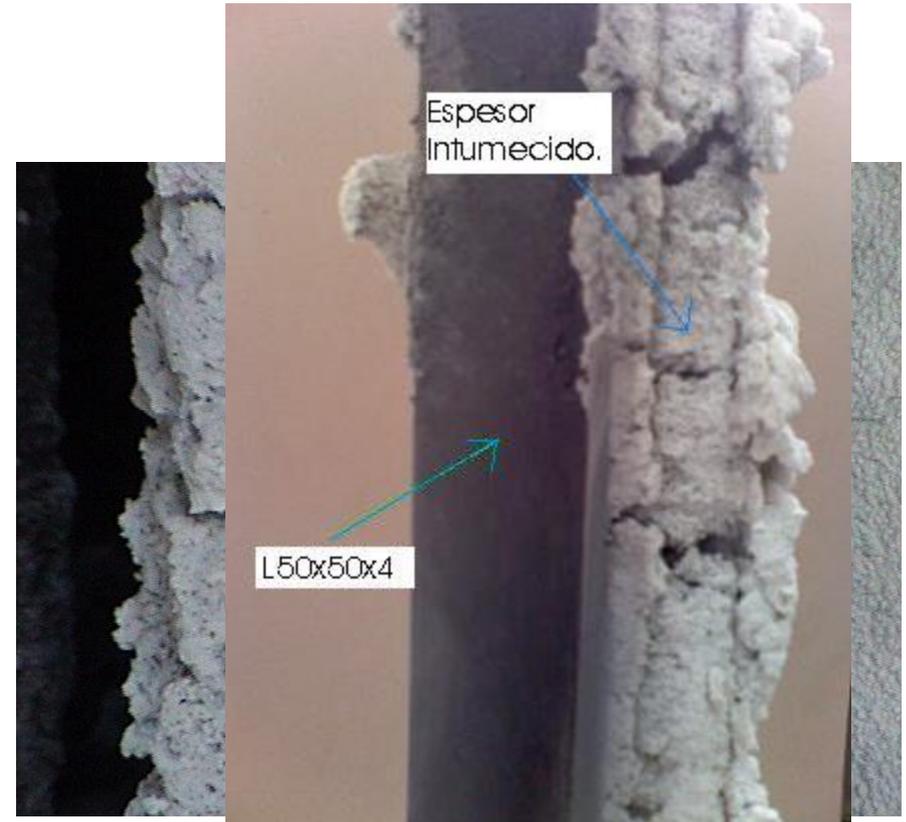
- Pinturas intumescentes.
- Morteros proyectados.
- Encajonamientos.
- Envolturas.
- Mixtas con hormigón.



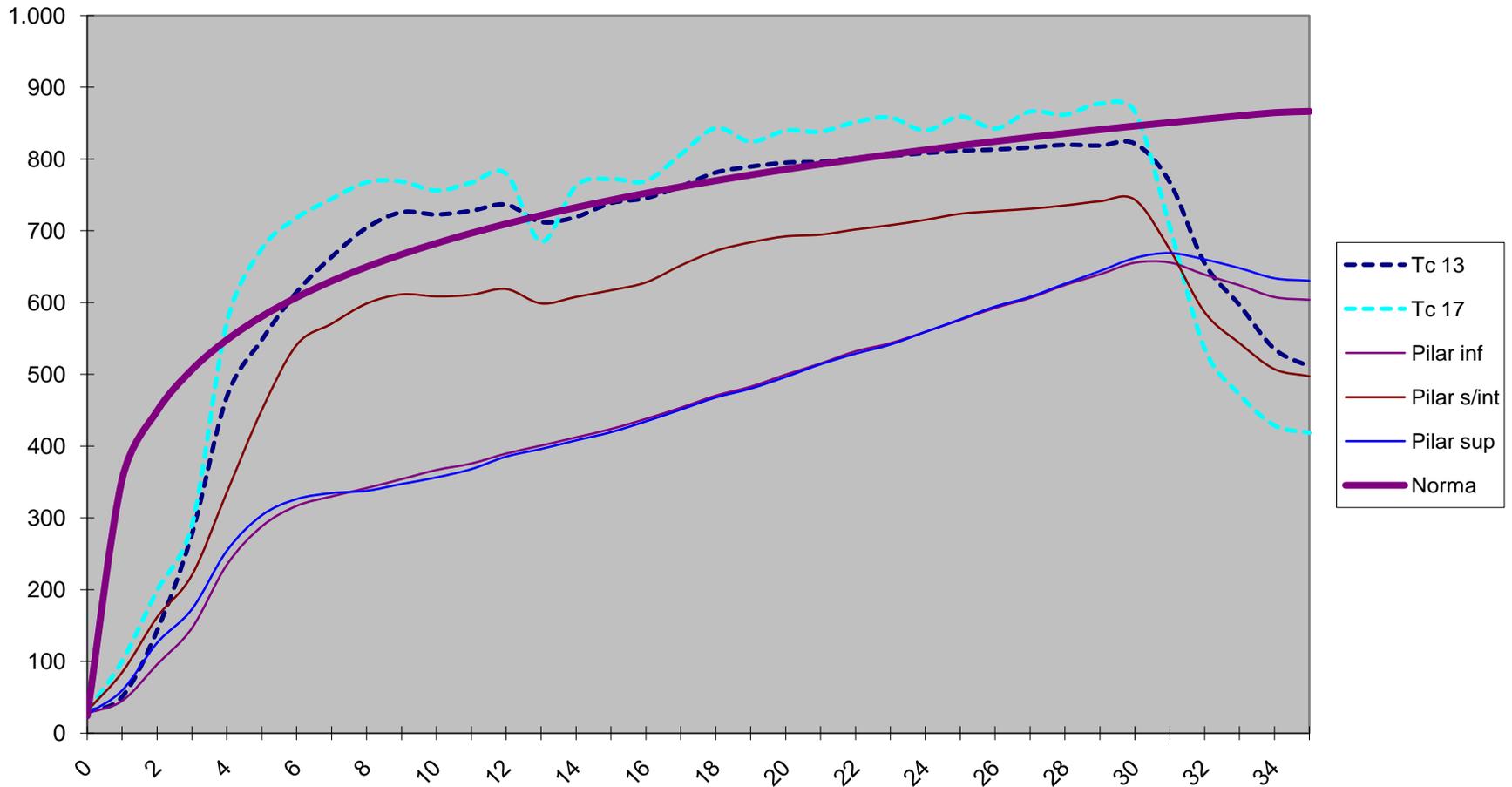
Pintura Intumescente.



Pintura Intumescente.

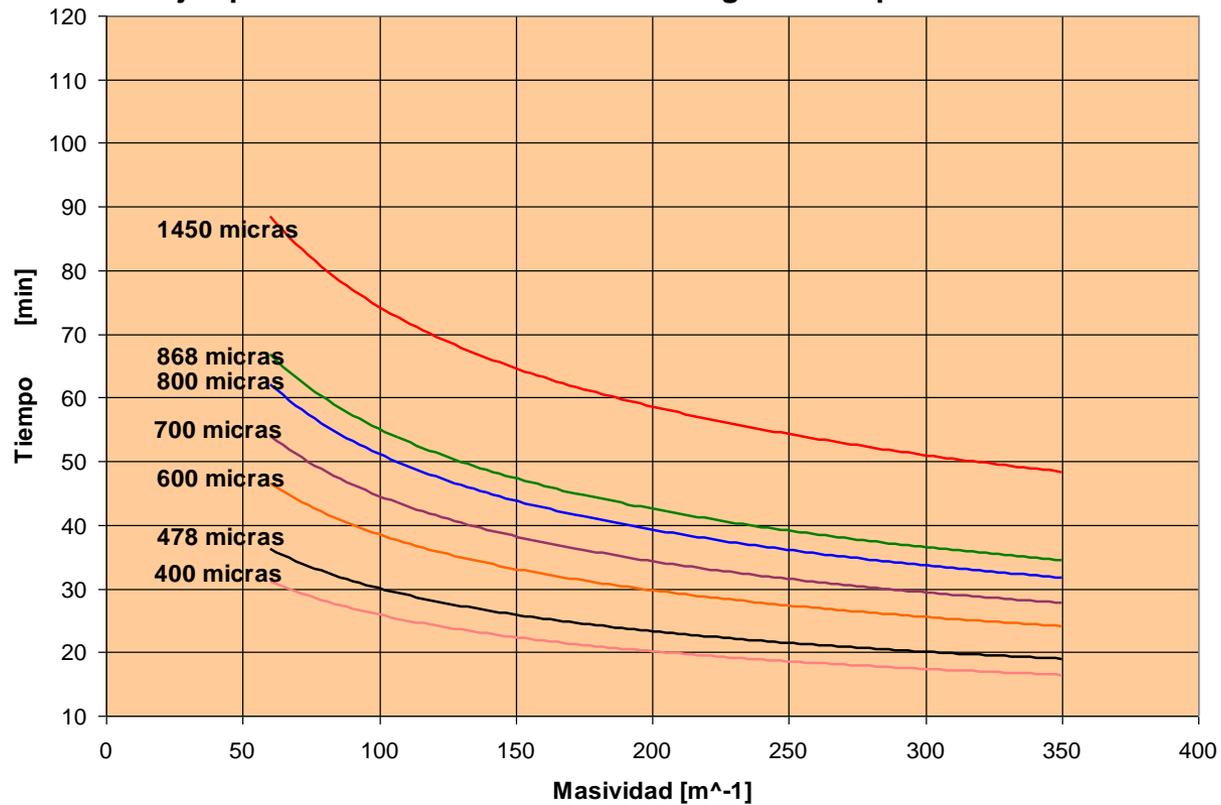


Pintura Intumescente.



Pintura Intumescente.

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



Pintura Intumescente.

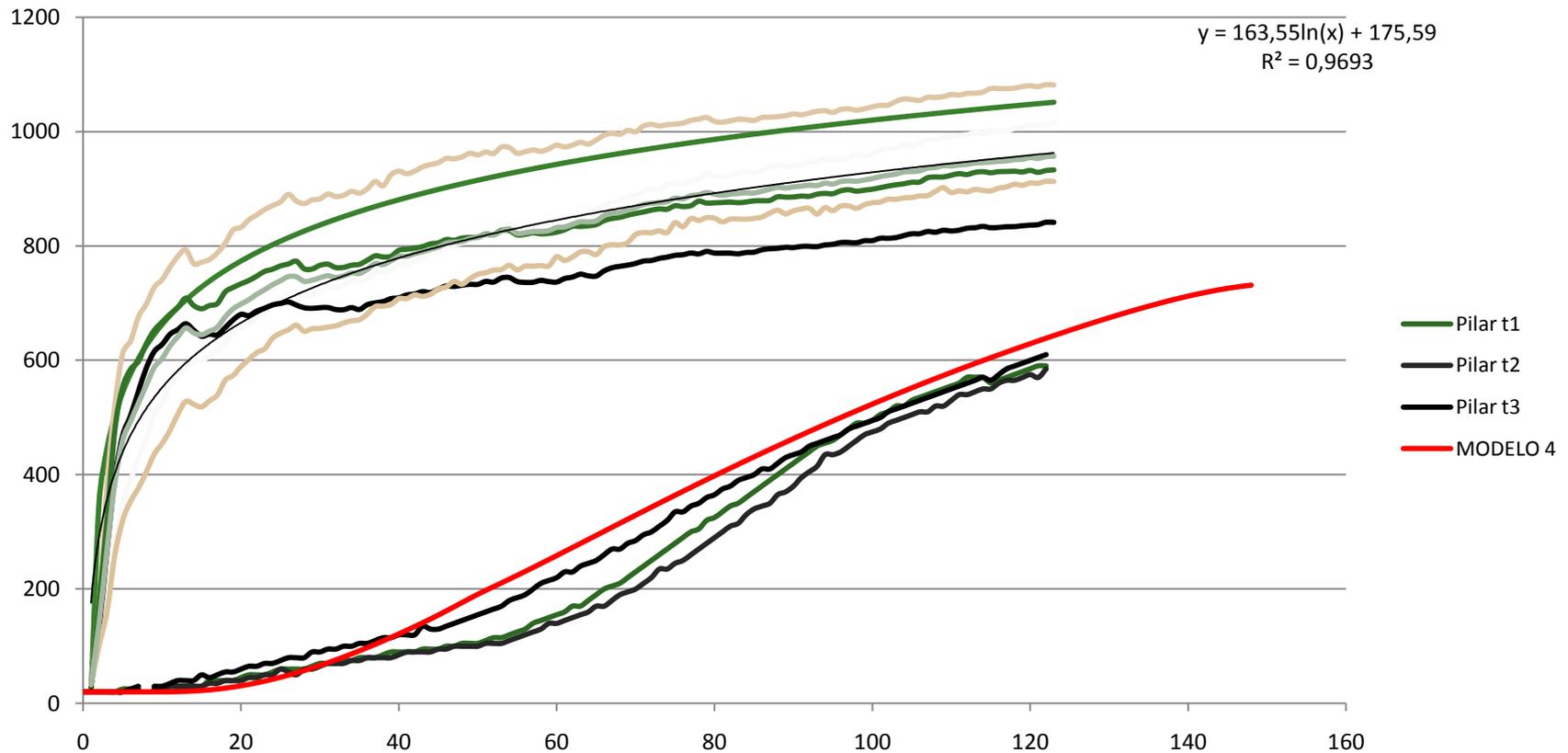
MASIVIDAD [m ⁻¹]	RESISTENCIA AL FUEGO			
	F 15	F 30	F 60	F 90
60	400	400	700	1300
70			750	1400
80			800	1450
90			850	1550
100				1650
110			900	1700
120			950	1800
130			1000	
140			1050	
150		450	1100	
160				
170		500	1150	
180			1200	
190			1250	
200		550	1300	
210				
220			1350	
230		600	1400	
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				

Morteros proyectados.



Morteros proyectados.

Ensayo 345 m⁻¹ 62 mm Blazeshield



Encajonamientos y envolturas.



Encajonamientos y envolturas.



Soluciones mixtas con hormigón.

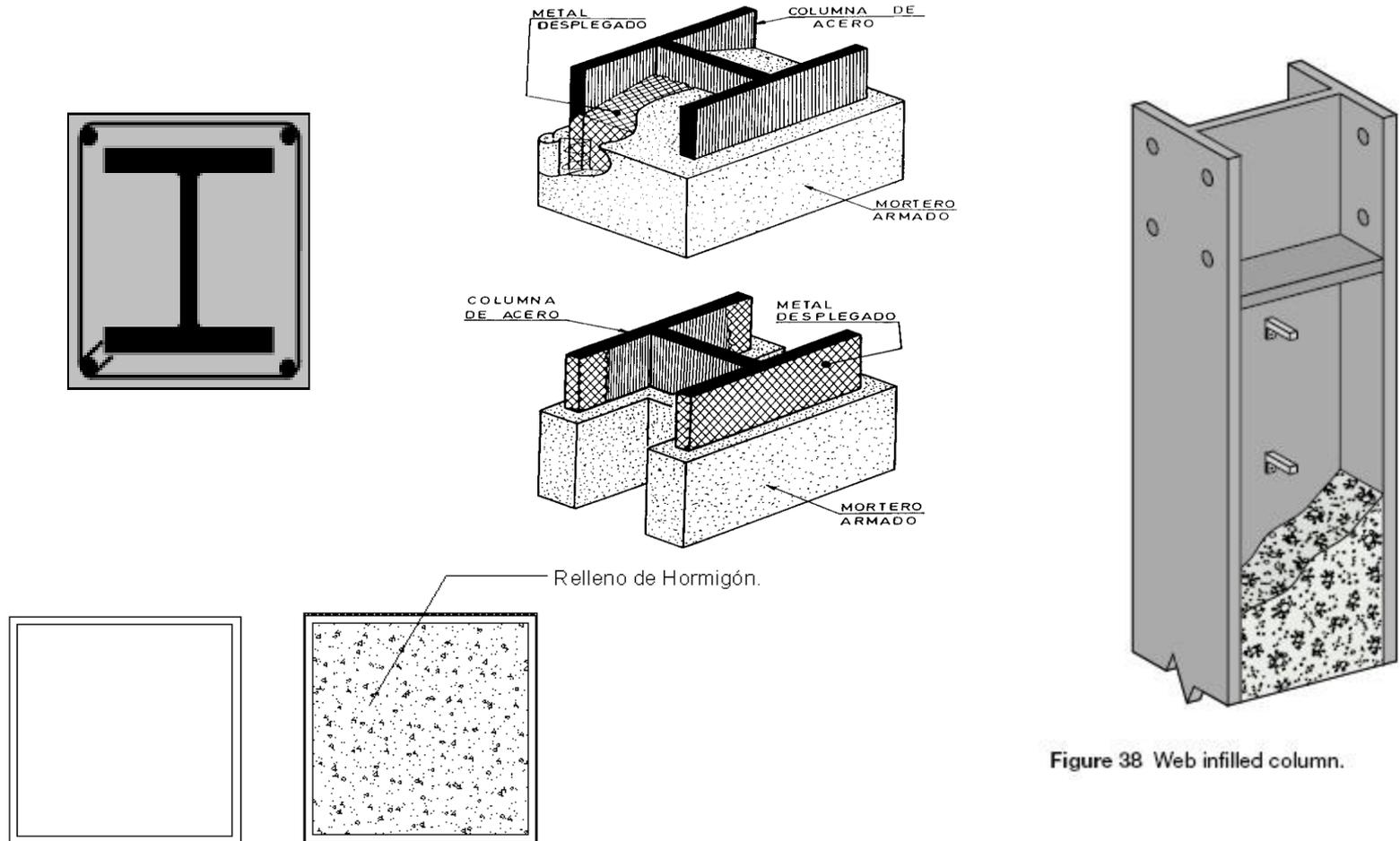
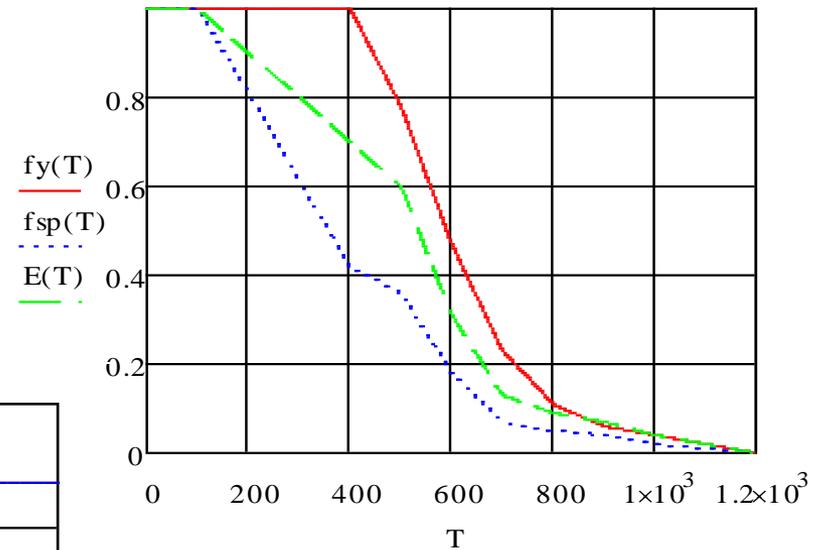
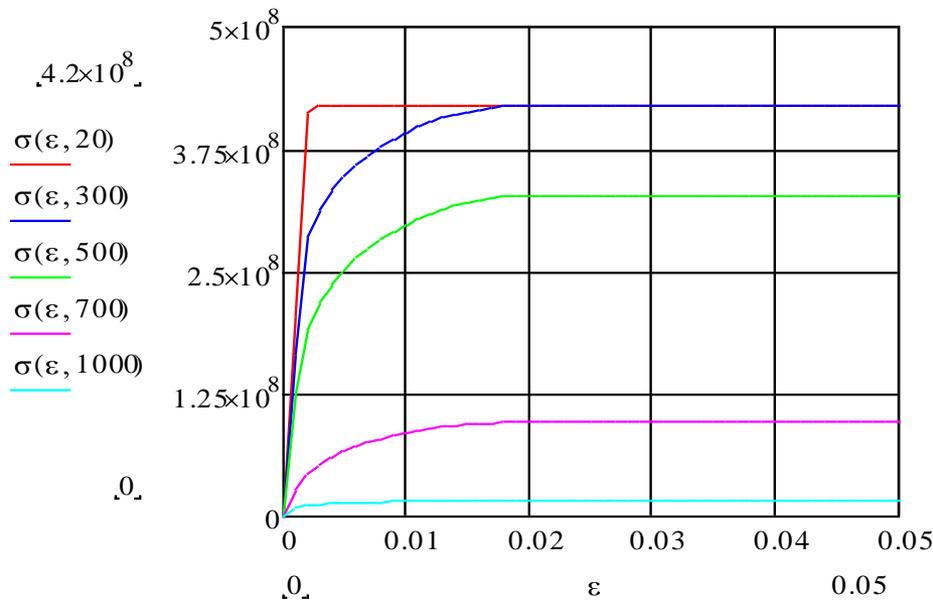


Figure 38 Web infilled column.

Comportamiento del material.

- Rapidez en la construcción.
- Libertad arquitectónica.
- Alta resistencia determina una gran esbeltez.



marcial.salaverry@idiem.cl

