

Obtener el máximo momento torsor y el máximo giro (por unidad de longitud) que es capaz de soportar cada una de las siguientes secciones en acero S 275 JR:

- 1) Circular maciza $\varnothing 100$
- 2) Circular hueca $\varnothing 100 \times 10$
- 3) Circular hueca $\varnothing 250 \times 10$
- 4) Circular hueca abierta $\varnothing 250 \times 10$
- 5) IPE 360
- 6) HEB 200

1) Circular maciza $\varnothing 100$

$$A = 7850 \text{ mm}^2 \quad I_T = 9,82 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \quad W_T = \pi R^3 / 2 = 196,35 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$T_{Rd} = \tau_{max,d} W_T = \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} W_T = 151,21 \cdot 196,35 \cdot 10^3 = 29,69 \text{ kNm}$$

$$\theta_t = \frac{T}{GI_T} = \frac{29,69 \cdot 10^6}{81000 \cdot 9,82 \cdot 10^6} = 3,73 \cdot 10^{-5} \text{ rad/mm}$$

2) Circular hueca $\varnothing 100 \times 10$

$$A = \pi(R_{ext}^2 - R_{int}^2) = \pi(50^2 - 40^2) = 2827 \text{ mm}^2$$

$$I_T = \pi(R_{ext}^4 - R_{int}^4) / 2 = \pi(50^4 - 40^4) / 2 = 5,80 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_T = \pi(R_{ext}^4 - R_{int}^4) / 2R_{ext} = \pi(50^4 - 40^4) / (2 \cdot 50) = 115,92 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$T_{Rd} = \tau_{max,d} W_T = \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} W_T = 151,21 \cdot 115,92 \cdot 10^3 = 17,53 \text{ kNm}$$

$$\theta_t = \frac{T}{GI_T} = \frac{17,53 \cdot 10^6}{81000 \cdot 5,80 \cdot 10^6} = 3,73 \cdot 10^{-5} \text{ rad/mm}$$

3) Circular hueca Ø250×10

$$A = \pi(R_{ext}^2 - R_{int}^2) = \pi(125^2 - 115^2) = 7540 \text{ mm}^2$$

$$I_T = \pi(R_{ext}^4 - R_{int}^4)/2 = \pi(125^4 - 115^4)/2 = 108,76 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_T = \pi(R_{ext}^4 - R_{int}^4)/2R_{ext} = \pi(125^4 - 115^4)/(2 \cdot 125) = 870,10 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$T_{Rd} = \tau_{max,d} W_T = \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} W_T = 151,21 \cdot 870,10 \cdot 10^3 = 131,57 \text{ kNm}$$

$$\theta_t = \frac{T}{GI_T} = \frac{131,57 \cdot 10^6}{81000 \cdot 108,76 \cdot 10^6} = 1,49 \cdot 10^{-5} \text{ rad/mm}$$

4) Circular hueca abierta Ø250×10

$$A = A_3 = 7540 \text{ mm}^2$$

$$I_T = 1/3 l t^3 = 1/3 \cdot 250 \pi \cdot 10^3 = 0,262 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_T = I_T / t = 26,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$T_{Rd} = \tau_{max,d} W_T = \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} W_T = 151,21 \cdot 26,2 \cdot 10^3 = 3,96 \text{ kNm}$$

$$\theta_t = \frac{T}{GI_T} = \frac{3,96 \cdot 10^6}{81000 \cdot 0,262 \cdot 10^6} = 18,66 \cdot 10^{-5} \text{ rad/mm}$$

5) IPE 360

$$A = 7270 \text{ mm}^2 \quad I_T = 0,373 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_T = \sum 1/3 l_i t_i^2 = 1/3 (2 \cdot 170 \cdot 12,7^2 + 334 \cdot 6,8 \cdot 0^2) = 25,42 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$T_{Rd} = \tau_{max,d} W_T = \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} W_T = 151,21 \cdot 25,42 \cdot 10^3 = 3,84 \text{ kNm}$$

$$\theta_t = \frac{T}{GI_T} = \frac{3,84 \cdot 10^6}{81000 \cdot 0,373 \cdot 10^6} = 12,71 \cdot 10^{-5} \text{ rad/mm}$$

6) HEB 200

$$A = 7810 \text{ mm}^2 \quad I_T = 0,634 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_T = \sum 1/3 l_i t_i^2 = 1/3(2 \cdot 200 \cdot 15^2 + 170 \cdot 9^2) = 34,59 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$T_{Rd} = \tau_{max,d} W_T = \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} W_T = 151,21 \cdot 34,59 \cdot 10^3 = 5,23 \text{ kNm}$$

$$\theta_t = \frac{T}{GI_T} = \frac{5,23 \cdot 10^6}{81000 \cdot 0,634 \cdot 10^6} = 10,18 \cdot 10^{-5} \text{ rad/mm}$$

Tabla resumen:

	$A \text{ (mm}^2\text{)}$	$I_T \text{ (mm}^4\text{)} \times 10^6$	$T_{Rd} \text{ (kNm)}$	$\theta \text{ (rad/mm)} \times 10^{-5}$
Ø100	7850	9,82	29,69	3,73
Ø100×10	2827	5,80	17,53	3,73
Ø250×10	7540	108,76	131,57	1,49
Ø250×10 (abierta)	7540	0,262	3,96	18,66
IPE 360	7270	0,373	3,84	12,71
HEB 200	7810	0,634	5,23	10,18

Comparativa:

$$\text{Ø100} \times 10 \text{ vs } \text{Ø100} \text{ (2 vs 1)} \quad \Rightarrow \quad A_1/2,8 \text{ pero sólo } T_{Rd,1}/1,7$$

$$\text{Ø250} \times 10 \text{ vs } \text{Ø100} \times 10 \text{ (3 vs 2)} \quad \Rightarrow \quad 2,7A_2 \text{ pero } 7,5T_{Rd,2} \text{ y } \theta_2/2,5$$

$$\text{Ø250} \times 10 \text{ vs } \text{Ø100} \text{ (3 vs 1)} \quad \Rightarrow \quad \approx A_1 \text{ pero } 4,4T_{Rd,1} \text{ y } \theta_1/2,5$$

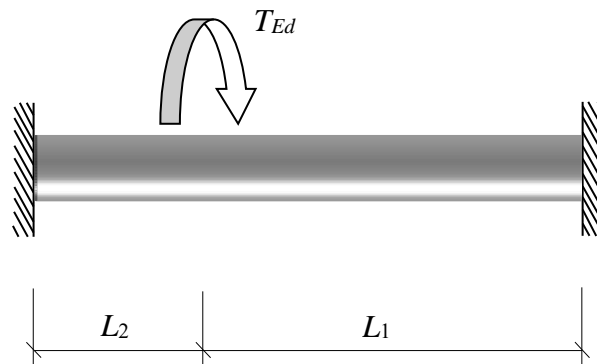
$$\text{Ø250} \times 10 \text{ (ab.) vs } \text{Ø250} \times 10 \text{ (4 vs 3)} \quad \Rightarrow \quad T_{Rd,3}/33 \text{ y } 12,5\theta_3$$

$$\text{IPE 360 y HEB 200} \quad \Rightarrow \quad \text{Valores similares a la secc. 4 (Ø250} \times 10 \text{ abierta)}$$

Torsión. Ejercicios propuestos**Ejercicio 1**

En la figura se presenta una pieza biempotrada sometida a un momento torsor T_{Ed} aplicado a L_2 del extremo izquierdo y a L_1 del derecho.

La pieza es un perfil hueco redondo $\varnothing 40 \times 2$

**Se pide:**

- 1) El máximo valor que puede alcanzar T_{Ed}
- 2) Establecer cuál es la sección que gira más y el valor del giro correspondiente.

Datos:

- $L_1 = 2 \text{ m}$
- $L_2 = 1 \text{ m}$
- Acero S 275 JR

Ejercicio 2

Determinar la tensión de compresión máxima en la sección situada a 1 m desde el extremo de la pieza representada en la figura adjunta. La carga repartida es valor de cálculo.

