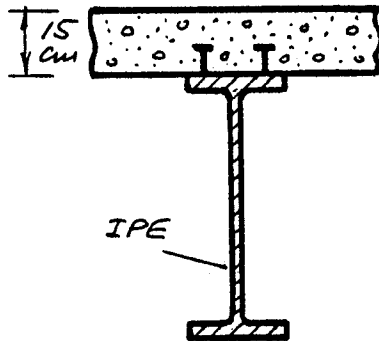


PROBLEMA

El forjado de la entreplanta de una nave industrial se ha proyectado con vigas mixtas acero-hormigón, simplemente apoyadas, de 10 m de luz. La losa de hormigón tiene 15 cm de espesor y los perfiles metálicos son IPEs separadas 1,5 m.

La entreplanta se va a usar como almacén, con una carga repartida máxima de 10 kN/m².



Se pide determinar el perfil IPE mínimo necesario para que no se superen las tensiones admisibles tanto en los perfiles como en la losa de hormigón.

Datos: Acero de los perfiles: $E = 200 \text{ GPa}$; $\sigma_{adm} = 180 \text{ MPa}$
Hormigón: $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$; $E = 20 \text{ GPa}$; $\sigma_{cadm} = 10 \text{ MPa}$; $\sigma_{tadm} = 1 \text{ MPa}$

Nota: No se considerará el peso propio de los perfiles metálicos.

Puesto que la separación entre perfiles es 1,5 m, a cada uno le corresponderá un ancho de losa de hormigón, y también de carga, de 1,5 m.

La carga por ud. de longitud debida al peso propio del hormigón es:

$$25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \times 0,15 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 5,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

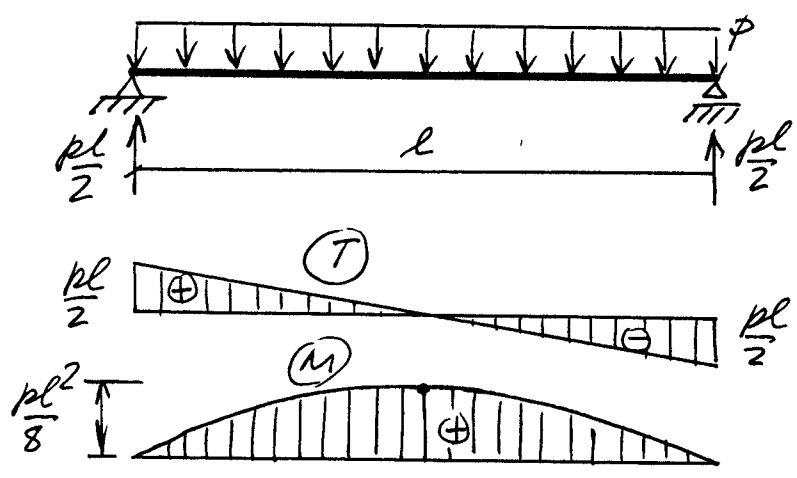
y la debida a la sobrecarga de uso:

$$10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 1,5 \text{ m} = 15 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

con lo que la carga total es:

$$p = 5,63 + 15 = 20,63 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

El conjunto formado por cada perfil con su 1,5 m de losa forman una viga simplemente apoyada, de 10 m de luz, sometida a la carga uniformemente repartida p . Las leyes y diagramas de esfuerzos serán:



$$R = R' = \frac{pl}{2}$$

$$T = \frac{pl}{2} - px \quad M = \frac{pl}{2}x - \frac{px^2}{2} \quad M_{max} = M\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{pl^2}{8}$$

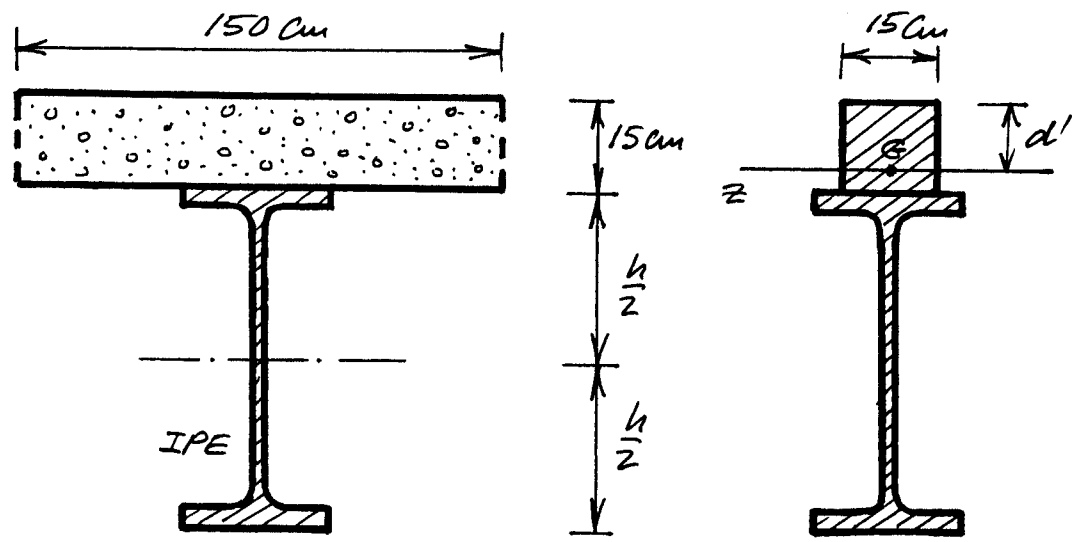
y el momento flector máximo resulta:

$$M_{max} = 20,63 \frac{10^2}{8} = 257,81 \text{ m.kN}$$

(3)

Para determinar las tensiones máximas en la sección mixta acero-hormigón, transformamos la sección en un equivalente de acero, reduciendo el ancho de hormigón.

$$n = \frac{E_h}{E_a} = \frac{20}{200} = \frac{1}{10} \quad b' = nb = \frac{1}{10} \cdot 1,5 = 0,15 \text{ m}$$



Si el perfil IPE tiene altura h (cm), sección A (cm²) y momento de inercia I (cm⁴), el centro de gravedad de la sección equivalente se encontrará a una distancia d' del borde superior

$$d' = \frac{A\left(\frac{h}{2} + 15\right) + 15 \frac{15^2}{2}}{A + 15^2} \text{ cm} \quad (A \text{ cm}^2; h \text{ cm})$$

y el momento de inercia respecto al eje de flexión que para perfil

$$I' = I + A\left(\frac{h}{2} + 15 - d'\right)^2 + \frac{1}{12} 15 \cdot 15^3 + 15^2 \left(d' - \frac{15}{2}\right)^2 \text{ cm}^4$$

(A cm²; h cm; I cm⁴) (3)

la tensión máxima en el acero se producirá en la fibra inferior:

$$\sigma_a = \frac{M_{\max}}{I'} (h + 15 - d') = \frac{2578,1}{I'} (h + 15 - d') \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \leq 18 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

La tensión máxima de tracción en el hormigón sólo se producirá si $d' < 15$ cm

$$\sigma_h^+ = \frac{M_{\max}}{I'} (15 - d') \cdot \eta = \frac{2578,1}{I'} (15 - d') \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \leq 0,1 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

y la tensión máxima de compresión en el hormigón:

$$\sigma_h^- = \frac{M_{\max}}{I'} d' \cdot \eta = \frac{2578,1}{I'} \cdot d' \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \leq 1 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

(2)

Tanteando valores:

IPE	h (cm)	A (cm ²)	I (cm ⁴)	d' (cm)	I' (cm ⁴)	σ_a	σ_h^+	σ_h^-
200	20	28,5	1940	9,47	13906	47 >		
300	30	53,8	8360	11,84	34559	25 >		
330	33	62,6	11770	12,72	44198	21 >		
360	36	72,7	16270	13,73	56218	17,1 <	0,06 <	0,63 <

Así pues, el perfil mínimo necesario es el IPE-360.

(2)