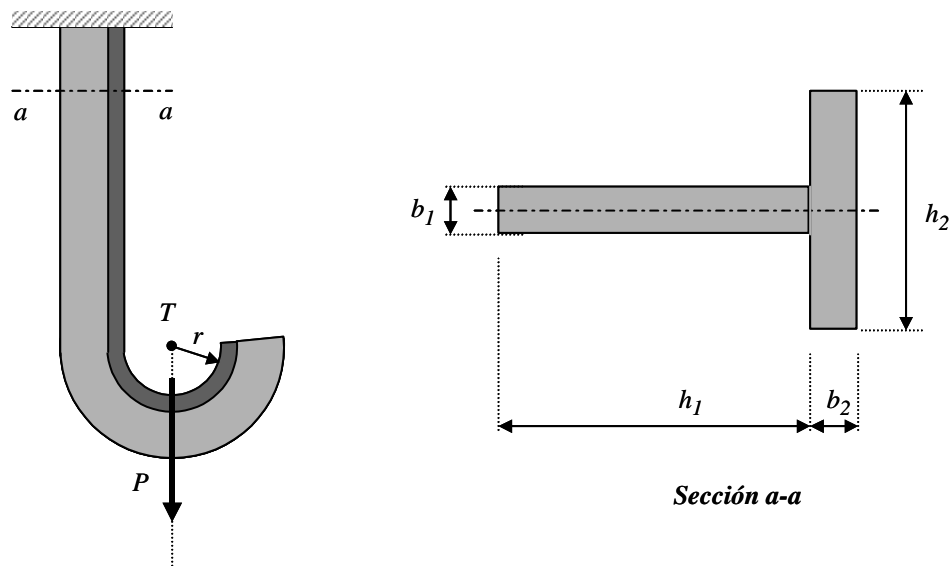


Ejercicio N° 2- Enunciado

Dado el elemento estructural construido en acero, según se observa en la figura:

**Figura 2.1**

b_1	h_1	b_2	h_2	r	σ_{adm}
cm	cm	cm	cm	cm	kN/cm ²
1	6	1	4	3	14

Tabla 2.1

Se solicita para la sección “a-a” los siguiente:

1. La posición del eje neutro, determinada analíticamente
2. El valor máximo que puede alcanzar la carga P , sin que se exceda en la fibra más comprometida el valor de la tensión admisible σ_{adm}
3. Trazar el diagrama de tensiones

Ejercicio N°2– Resolución

1. Cálculo del eje neutro

Antes, resulta conveniente calcular las siguientes características geométricas de la sección:

Cálculo de la posición del baricentro

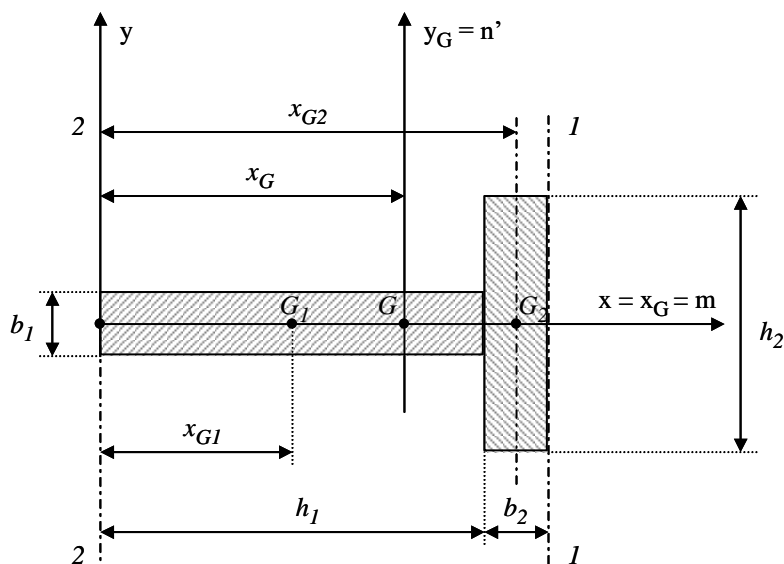


Figura 2.2

$$F_1 = b_1 \cdot h_1 = 1 \cdot 6 = 6 \cdot \text{cm}^2$$

$$F_2 = b_2 \cdot h_2 = 1 \cdot 4 = 4 \cdot \text{cm}^2$$

$$F = F_1 + F_2 = 6 + 4 = 10 \cdot \text{cm}^2$$

$$x_{G1} = \frac{h_1}{2} = 3 \cdot \text{cm}$$

$$x_{G2} = h_1 + \frac{b_2}{2} = 6 + \frac{1}{2} = 6,5 \cdot \text{cm}$$

$$x_G = \frac{F_1 \cdot x_{G1} + F_2 \cdot x_{G2}}{F} = \frac{6 \cdot 3 + 4 \cdot 6,5}{10} = 4,40 \cdot \text{cm}$$

Cálculo de $J_{n'}$

El momento de inercia del área de la sección $J_{n'}$, respecto del eje n' paralelo al neutro y baricéntrico, será:

$$J_{n'} = \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} + F_1 \cdot (x_{G1} - x_G)^2 + \frac{h_2 \cdot b_2^3}{12} + F_2 \cdot (x_{G2} - x_G)^2$$

$$J_{n'} = \frac{1 \cdot 6^3}{12} + 6 \cdot (3 - 4,40)^2 + \frac{4 \cdot 1^3}{12} + 4 \cdot (6,5 - 4,40)^2$$

$$J_{n'} = 47,73 \cdot \text{cm}^4$$

Cálculo de $i_{n'}$

El radio de giro $i_{n'}$ respecto del eje n' será:

$$i_{n'}^2 = \frac{J_{n'}}{F} = \frac{47,73}{10}$$

$$i_{n'}^2 = 4,77 \cdot \text{cm}^2$$

$$i_{n'} = 2,18 \cdot \text{cm}$$

Cálculo de $W_{n'}$

Los módulos resistentes $W_{n'}$ serán:

Para la fibra 1-1:

$$W_{n'1} = \frac{J_{n'}}{h_1 + b_2 - x_G} = \frac{47,73}{6 + 1 - 4,40}$$

$$W_{n'1} = 18,36 \cdot \text{cm}^3$$

Para la fibra 2-2:

$$W_{n'2} = \frac{J_{n'}}{x_G} = \frac{47,73}{4,40}$$

$$W_{n'2} = 10,85 \cdot \text{cm}^3$$

Cálculo de la posición del eje neutro n

Finalmente, la posición del eje neutro n puede determinarse, de acuerdo con lo detallado en la figura 2.3:

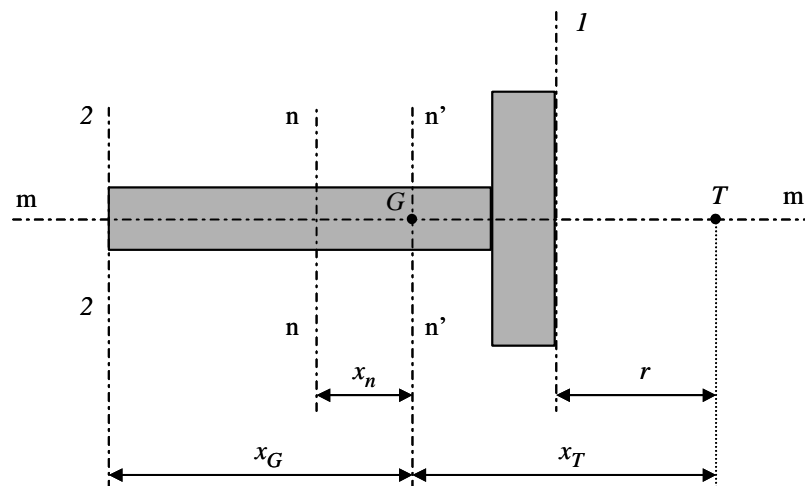


Figura 2.3

$$x_T = r + h_1 + b_2 - x_G = 3 + 6 + 1 - 4,40 = 5,60 \cdot \text{cm}$$

$$x_T \cdot x_n = -i_{n'}^2$$

$$x_n = -\frac{i_{n'}^2}{x_T} = -\frac{4,77}{5,60}$$

$$x_n = -0,85 \cdot \text{cm}$$

El eje neutro n es paralelo al eje y_G o n' , pasando a $0,85 \text{ cm}$ de este medidos en el sentido de x_G (-).

2. Cálculo de la carga máxima P

Para la fibra 1-1:

$$\sigma_{z(a-a)}^{(1)} = \frac{P}{F} + \frac{P \cdot x_T}{W_{n'1}} = P \left(\frac{1}{F} + \frac{x_T}{W_{n'1}} \right)$$

$$P = \frac{\sigma_{z(a-a)}^{(1)}}{\left(\frac{1}{F} + \frac{x_T}{W_{n'1}} \right)}$$

considerando que $\sigma_{z(a-a)}^{(1)}$ toma el valor σ_{adm} , se obtiene que

$$P = \frac{\sigma_{adm}}{\left(\frac{1}{F} + \frac{x_T}{W_{n'1}} \right)} = \frac{14}{\left(\frac{1}{10} + \frac{5,60}{18,36} \right)}$$

$$P = 34,57 \cdot kN$$

Para la fibra 2-2:

$$\sigma_{z(a-a)}^{(2)} = \frac{P}{F} - \frac{P \cdot x_T}{W_{n'2}} = P \left(\frac{1}{F} - \frac{x_T}{W_{n'2}} \right)$$

$$P = \frac{\sigma_{z(a-a)}^{(2)}}{\left(\frac{1}{F} - \frac{x_T}{W_{n'2}} \right)}$$

considerando que $\sigma_{z(a-a)}^{(2)}$ toma el valor $(-\sigma_{adm})$, se obtiene que

$$P = \frac{-\sigma_{adm}}{\left(\frac{1}{F} - \frac{x_T}{W_{n'2}} \right)} = \frac{-14}{\left(\frac{1}{10} - \frac{5,60}{10,85} \right)}$$

$$P = 33,65 \cdot kN$$

En definitiva, la carga máxima que se puede aplicar en este caso es:

$$P = 33,65 \cdot kN$$

3. Trazado del diagrama de tensiones

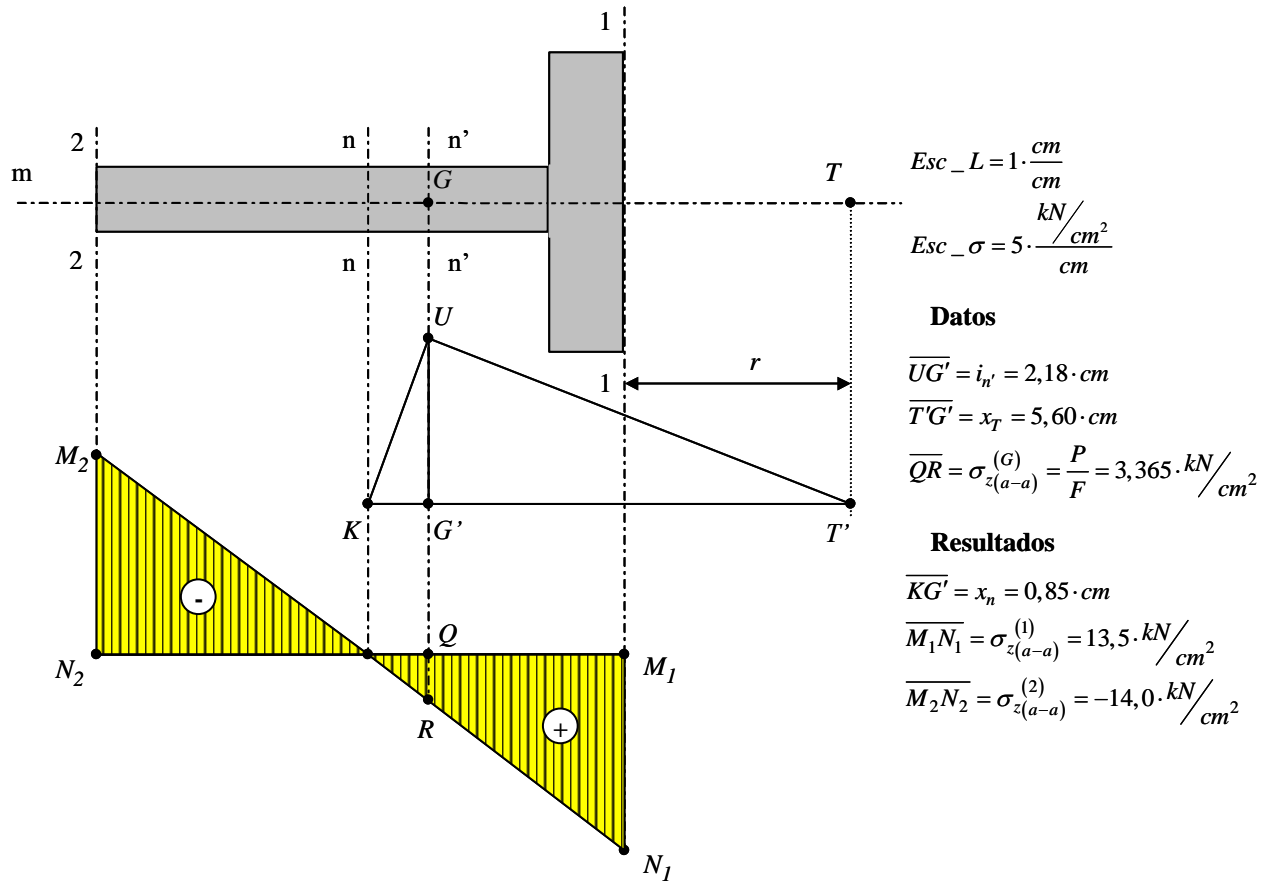


Figura 2.4

Como verificación de las tensiones obtenidas en el diagrama trazado, se tiene para $P = 33,65 \cdot kN$:

$$\sigma_{z(a-a)}^{(1)} = P \left(\frac{1}{F} + \frac{x_T}{W_{n'1}} \right) = 33,65 \left(\frac{1}{10} + \frac{5,60}{18,36} \right) \quad \sigma_{z(a-a)}^{(1)} = 13,63 \cdot kN/cm^2$$

$$\sigma_{z(a-a)}^{(2)} = P \left(\frac{1}{F} - \frac{x_T}{W_{n'2}} \right) = 33,65 \left(\frac{1}{10} - \frac{5,60}{10,85} \right) \quad \sigma_{z(a-a)}^{(2)} = -14,00 \cdot kN/cm^2$$

En consecuencia, se verifican los valores del diagrama.