T.P.N° 11.1:

Un cuerpo de peso W = 100 Kg cae desde una altura h = 20 cm, hasta chocar con el extremo de un pilar cuadrado de 18 cm de lado de hormigón. Se pide determinar el acortamiento máximo del pilar.

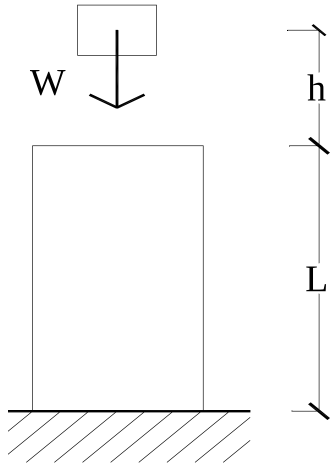
Datos

$E_{H^o} = 140 \text{ tn/cm}^2$

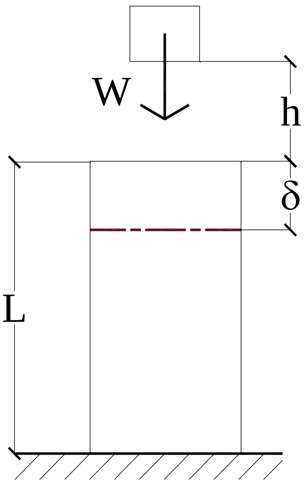
$h = 20 \text{ cm}$

$L = 120 \text{ cm}$

$\Omega = 18 \times 18 \text{ cm}^2$



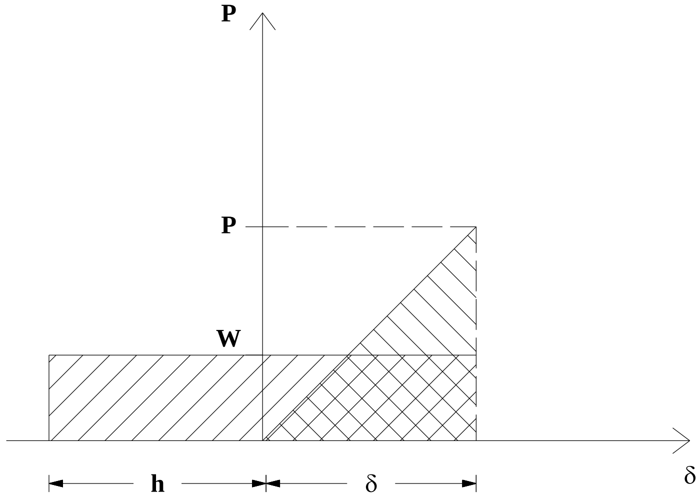
El trabajo realizado por la carga dinámica (W) debe ser igual al trabajo realizado por una carga estática equivalente (P) que produce la misma deformación δ en la estructura que la carga dinámica.



Trabajo realizado por la carga dinámica: $W_1 = W\,(h + \delta)$

Trabajo realizado por la carga estática equivalente: $W_2 = \dfrac{P \times \delta}{2}$

$$W_1 = W_2 \rightarrow W\,(h + \delta) = \frac{P \times \delta}{2} \quad (1)$$



Siendo: $\delta = \dfrac{P \times L}{\Omega \times E} \rightarrow P = \dfrac{\Omega \times E}{L} \times \delta$

$$\Rightarrow W\,(h + \delta) = \frac{\Omega \times E}{2\,L} \times \delta^2$$

$$\Rightarrow -\frac{\Omega \times E}{2\,L} \times \delta^2 + W \times \delta + W \times h = 0$$

O bien:

$$\Omega \times E \times \delta^2 - 2\,L \times W \times \delta - 2\,L \times W \times h = 0 \rightarrow \left| \; x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4\,ac}}{2\,a} = -\frac{b}{2\,a} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2\,a}\right)^2 - \frac{c}{a}} \right.$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{2\,L \times W}{2\,\Omega \times E} + \sqrt{\left(\frac{2\,L \times W}{2\,\Omega \times E}\right)^2 + \frac{2\,L \times W \times h}{\Omega \times E}}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{L \times W}{\Omega \times E} + \sqrt{\left(\frac{L \times W}{\Omega \times E}\right)^2 + 2\left(\frac{L \times W}{\Omega \times E}\right) \times h}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{L \times W}{\Omega \times E} + \left(\frac{L \times W}{\Omega \times E}\right) \times \sqrt{1 + 2\left(\frac{\Omega \times E}{L \times W}\right) \times h}$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{L \times W}{\Omega \times E} \times \left(1 + \sqrt{1 + 2\left(\frac{\Omega \times E}{L \times W}\right) \times h}\right) = \delta_{EST.} \times \varphi$$

Reemplazando valores: $\Omega = 18 \times 18 = 324\ cm^2$

$$\Rightarrow \delta = \frac{120\ cm \times 0{,}1\ tn}{324\ cm^2 \times 140\ tn/cm^2} \times \left(1 + \sqrt{1 + 2 \times \left(\frac{324\ cm^2 \times 140\ tn/cm^2}{120\ cm \times 0{,}1\ tn}\right) \times 20\ cm}\right) =$$

$$\Rightarrow \delta = 2{,}65 \times 10^{-4}\ cm \times 389{,}85 = 0{,}103\ cm$$

Siendo $\varphi = 389{,}85$ coeficiente de impacto.

T.P.N° 11.2 :

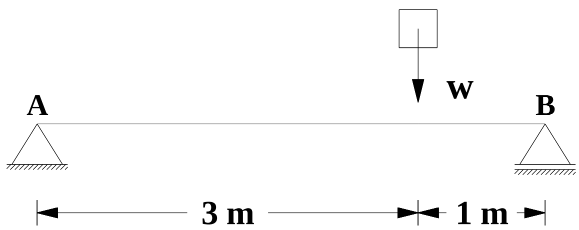
Para la siguiente viga sometida a una carga W que cae desde una altura h, determinar la máxima tensión.

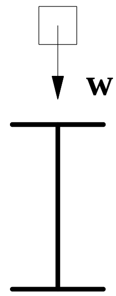
Datos:

$E = 2100\ \text{tn/cm}^2$

$W = 0{,}4\ \text{tn}$

$h = 5\ \text{cm}$



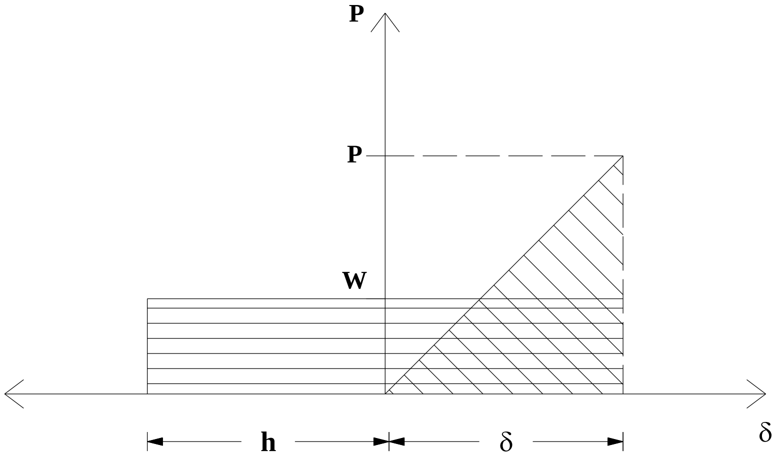


1-Características geométricas de la sección

1 P.N.I 220
$$\Omega = 39{,}5\ \text{cm}^2$$
$$W_x = 278\ \text{cm}^3$$
$$I_x = 3060\ \text{cm}^4$$

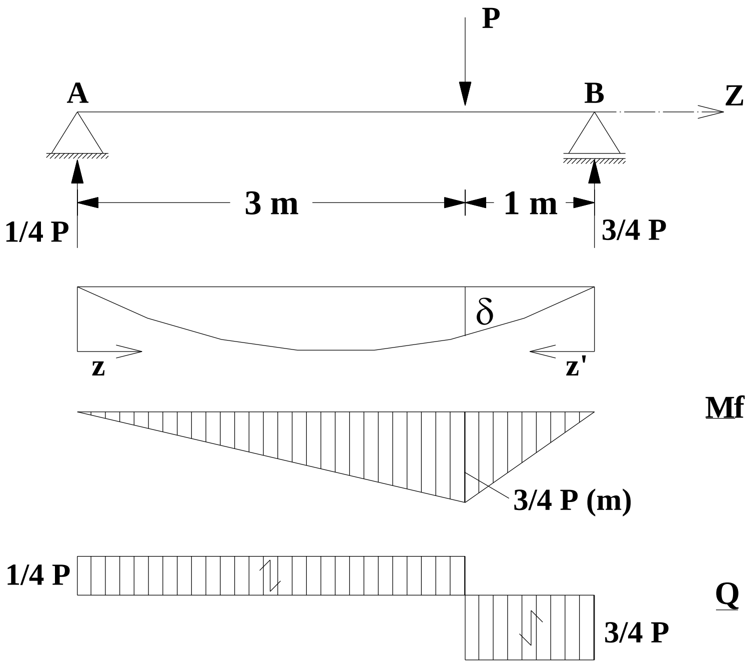
2-Carga estática equivalente

La carga estática debe producir la misma deformación δ que produce la carga dinámica. Para ello el trabajo realizado por la carga estática debe ser igual al realizado por la carga dinámica..



$$W_1 = W\left(h + \delta\right)$$
$$W_2 = \frac{P \times \delta}{2}$$
$$\Rightarrow W_1 = W_2 \rightarrow W\left(h + \delta\right) = \frac{P \times \delta}{2}$$
$$W \times h + W \times \delta - \frac{P \times \delta}{2} = 0$$
$$P \times \delta - 2\,W \times \delta - 2\,W \times h = 0 \quad (1)$$

3-Determinación de δ (Por energía de deformación)



$$W_i = \int_0^z \frac{M_{(z)}^2}{2\,E \times I}\,dz + k\int_0^z \frac{Q_{(z)}^2}{2\,G \times \Omega}\,dz$$

Energía por Flexión

Energía por Corte

Se puede despreciar la energía acumulada por corte por que representa el 3 % o 4 % de la energía acumulada por flexión

$$W_i = \frac{1}{2\,E \times I_x}\left[\int_0^{300}\left(\tfrac{1}{4}\,P \times Z\right)^2 dz + \int_0^{100}\left(\tfrac{3}{4}\,P \times Z\right)^2 dz\right] =$$

$$W_i = \frac{1}{2\,E \times I_x}\left[\left(\frac{P^2}{16} \times \frac{Z^3}{3}\right)_0^{300} + \left(\frac{9}{16}\,P^2 \times \frac{Z^3}{3}\right)_0^{100}\right] = \frac{1}{2\,E \times I_x}\left(\frac{P^2}{16} \times \frac{300^3}{3} + \frac{9}{16}\,P^2 \times \frac{100^3}{3}\right)$$

$$W_i = \frac{P^2}{2\,E \times I \times 48}(300^3 + 9 \times 100^3)$$

$$W_i = \frac{750.000 \times P^2}{2\,E \times I_x}$$

Haciendo $W_e = W_i$

$$\rightarrow \frac{P \times \delta}{2} = \frac{750.000 \times P^2}{2\,E \times I_x} \rightarrow \underline{\delta = \frac{750.000 \times P}{E \times I_x}}$$

$$\rightarrow \delta = \frac{750.000 \times (100\ \text{cm/m})^3 \times P}{2100\ \text{tn/cm}^2 \times 3060\ \text{cm}^4}\,(\text{m}^3) = 0{,}117 \times P\left(\frac{\text{cm}}{\text{tn}}\right)$$

4-<u>Determinación de P y $\sigma_{max.}$</u>
Reemplazando δ en (1)

$$P \times \delta - 2\,W \times \delta - 2\,W \times h = 0$$

$$0{,}117 \times P^2 - 2 \times 0{,}117 \times W \times P - 2 \times W \times h = 0$$

$$\rightarrow P = \frac{(2 \times 0{,}0117) \times W}{2 \times 0{,}117} + \sqrt{\left(\frac{2 \times 0{,}117}{2 \times 0{,}117}\right)^2 \times W^2 + \frac{2\,W \times h}{0{,}117}}$$

$$\rightarrow P = W + \sqrt{W^2 + \frac{2\,W \times h}{0{,}117}}$$

$$\rightarrow P = W\left[1 + \sqrt{1 + \frac{2\,h}{0{,}117\,W}}\right] = W \times \varphi$$

$$\rightarrow P = 0{,}4\ \text{tn} \times \left[1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 5}{0{,}117 \times 0{,}4}}\right] =$$

$$\rightarrow P = 0{,}4\ \text{tn} \times 15{,}65$$

$$P = 6{,}26\ \text{tn}$$

$$M_{max.} = \frac{3}{4}\,P \times 100 = \frac{300}{4}\ \text{cm} \times 6{,}26\ \text{tn} = 470\text{tncm}$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{470\text{tncm}}{278\ \text{cm}^4} = 1{,}69\ \text{tn/cm}^2$$

TP N° 11.3:

La siguiente estructura constituida por dos P.N.U 240 , se encuentra sometida a la acción de una carga W que cae desde una altura h en el extremo del voladizo CD. Se pide:

a) Determinar los diagramas de M, Q y N.
b) Determinar el σ_{max} originado.

Datos:

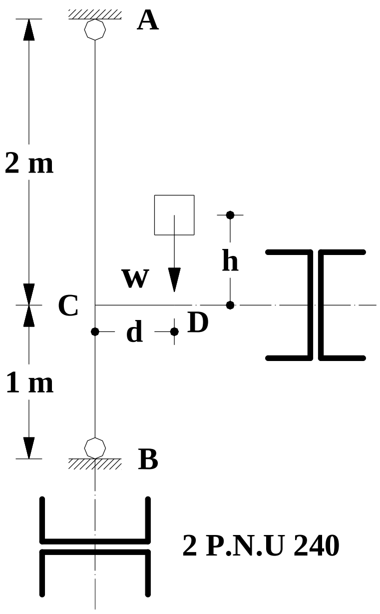
$E = 2100\ tn/cm^2$

$W = 120\ Kg$

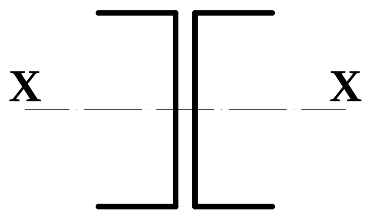
$h = 5\ cm$

$\overline{CD} = rigida$

$d = 0{,}40\ m$

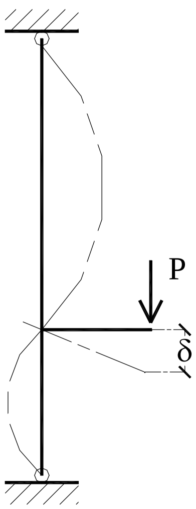


1-Características Geométricas de la sección



$$\Omega = 2 \times 42{,}3 = 84{,}6\ cm^2$$
$$W_x = 2 \times 300 = 600\ cm^3$$
$$I_x = 2 \times 3600 = 7200\ cm^4$$

2-Planteo del problema

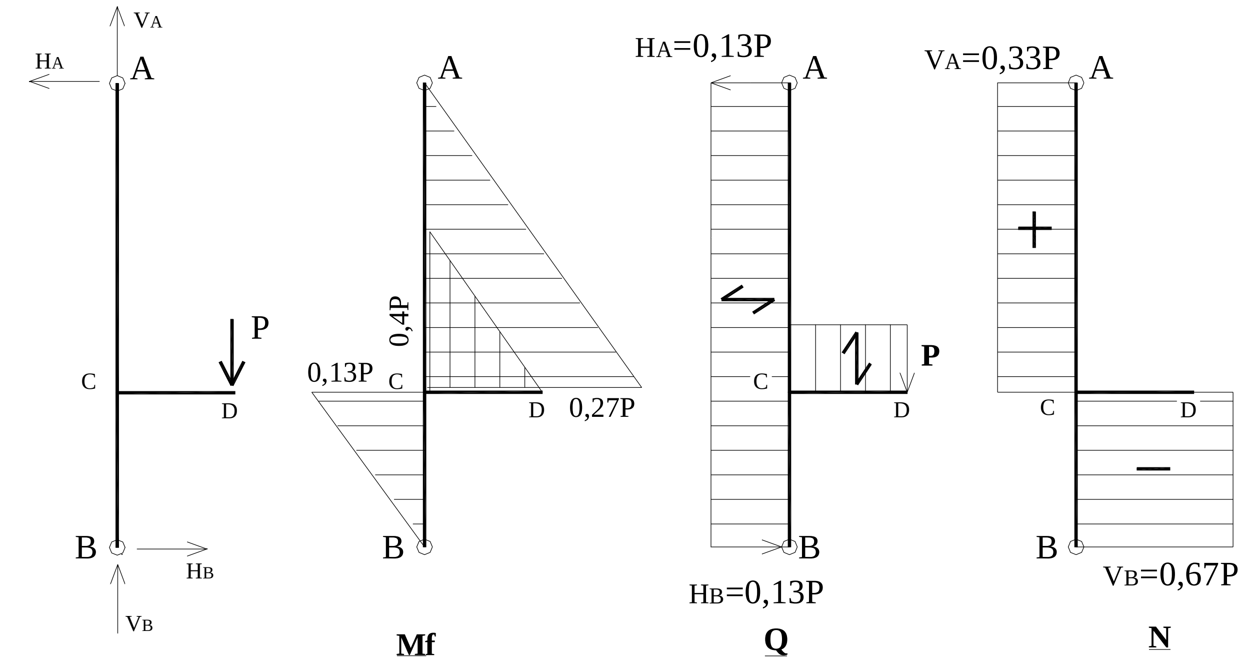


Se reemplaza la carga dinámica W por una carga estática P que produce la misma deformación δ en el punto de aplicación, para ello hacemos:

$$\left.\begin{array}{l} W_1 = W\,(h+\delta) \\ W_2 = \dfrac{P \times \delta}{2} \end{array}\right\} W_1 = W_2 \rightarrow W\,(h+\delta) = \frac{P \times \delta}{2} \quad (1)$$

3- Cálculo de Solicitaciones

D.C.L.



a) Reacciones horizontales

(1) $\sum M_c = 0 \rightarrow P \times 0{,}4 - H_B \times 1 - H_A \times 2 = 0 \rightarrow P \times 0{,}4 - 3H = 0$

(2) $\sum F_h = 0 \rightarrow H_A - H_B = 0 \rightarrow H_A = H_B = H$

$$\Rightarrow H = H_A = H_B = \frac{0{,}4}{3} \times P = 0{,}13 \times \overline{P}$$

b) Reacciones verticales

(3) $\sum F_v = 0 \rightarrow V_A + V_B - P = 0$

Defornacion $\rightarrow \delta_B = 0 \rightarrow \Delta l_{AC} + \Delta l_{CB} = 0$ (4)

$$\Rightarrow \frac{V_A \times 200\,\text{cm}}{\Omega \times E} - \frac{V_B \times 100\,\text{cm}}{\Omega \times E} = 0 \rightarrow 200\,V_A - 100\,V_B = 0$$

$\rightarrow V_B = 2\,V_A$

Reemplazando en (3): $V_A + 2 \times V_A - P = 0 \rightarrow 3\,V_A - P = 0 \rightarrow \begin{cases} V_A = \dfrac{P}{3} = 0{,}33\,P \\ V_B = \dfrac{2}{3}\,P = 0{,}67\,P \end{cases}$

4- Determinación de δ (por energía de deformación)

Se desprecia la energía de deformación por corte y por esfuerzo normal

$$W_e = \frac{P \times \delta}{2}$$

$$W_i = \int_0^z \frac{M^2(z)}{2\,E \times I}\,dz$$

$$W_i = \int_0^{200} \frac{(H_A \times z)^2}{2\,E \times I}\,dz + \int_0^{100} \frac{(H_B \times z)^2}{2\,E \times I}\,dz = \frac{1}{2\,E \times I}\left[H_A{}^2 \times \frac{z^3}{3}\Bigg|_0^{200} + \frac{H_B{}^2 \times z^3}{3}\Bigg|_0^{100} \right] =$$

$$W_i = \frac{(0{,}13 \times P)^2}{2\,E \times I} \times \left[\frac{200^3}{3} + \frac{100^3}{3} \right] = \frac{50700 \times P^2}{2\,E \times I}\,(\text{cm}^3)$$

Luego:

$$\frac{50700 \times P^2}{2\,E \times I} = \frac{P \times \delta}{2}$$

$$\delta = \frac{50700 \times P^2}{E \times I}\,(cm^3) = \frac{50700 \times P\,(cm^3)}{2100\ tn/cm^2 \times 7200\ cm^4} =$$

$$\rightarrow \delta = 0{,}00353 \times P\left(\frac{cm}{tn}\right)$$

5-Determinación de P y σ_{max}

$$\text{Siendo}: W\,(h+\delta) = \frac{p \times \delta}{2} \rightarrow P \times \delta - 2\,W\,(h+\delta) = 0$$

$$\rightarrow P \times 0{,}00353 \times P - 2\,W \times \delta - 2\,h \times W = 0$$

$$\rightarrow 0{,}00353 \times P^2 - 2 \times 0{,}00353 \times W \times P - 2\,h \times W = 0$$

$$\rightarrow P = \frac{(2 \times 0{,}00353)}{(2 \times 0{,}00353)} \times W + \sqrt{\left(\frac{2 \times 0{,}00353}{2 \times 0{,}00353}\right)^2 \times W^2 + \frac{2\,W \times h}{0{,}00353}}$$

$$\rightarrow P = W + \sqrt{W^2 + \frac{2\,W \times h}{0{,}00353}} = W\left[1 + \sqrt{1 + \frac{2\,h}{0{,}00353 \times W}}\right] = W \times \varphi$$

$$\rightarrow P = 0{,}12 \times \left[1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 5\ cm}{0{,}00353\ cm/tn \times 0{,}12\ tn}}\right]$$

$$\rightarrow P = 0{,}12\ tn \times 154{,}7 = 18{,}56\ tn$$

Luego:

$$M_{CD} = 40\ cm \times 18{,}56\ tn = 742{,}4\ tncm$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{CD}}{W_x} = \frac{742{,}4\ tncm}{600\ cm^3} = 1{,}24\ tn/cm^2$$

$$M_{CB} = 13{,}33\ cm \times 18{,}56\ tn = 247{,}4\ tncm$$

$$N_{CA} = -\,0{,}67 \times 18{,}56\ tn = 12{,}4\ tn$$

$$\sigma_2 = -\frac{N_{CB}}{\Omega} + \frac{M_{VB}}{W_x} = -\frac{12{,}4\ tn}{84{,}6\ cm^2} - \frac{247{,}4\ tncm}{600\ cm^3} = -\,0{,}56\ tn/cm^2$$

$$M_{CA} = 26{,}67\ cm \times 18{,}56\ tn = 495{,}0\ tncm$$

$$N_{CA} = +0{,}33 \times 18{,}56\ tn = 6{,}1\ tn$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{CA}}{\Omega} + \frac{M_{CA}}{W_x} = \frac{6{,}1\ tn}{84{,}6\ cm^2} + \frac{495{,}0\ tncm}{600\ cm^3} = 0{,}90\ tn/cm^2$$

$$\sigma_{max} = \sigma_1 = 1{,}24\ tn/cm^2$$

TP N° 11.4:

El sistema de la figura se halla sometido a la acción de una carga que varía alternativamente de P a 1,5 P. Se pide:

a) Dimensionar las barras $\overline{AB}$, $\overline{BC}$, y$\overline{CD}$ con 1 P.N.L de alas iguales, con una sección única para todas las barras

b) Con la sección adoptada, hallar el coeficiente de seguridad resultante en cada barra

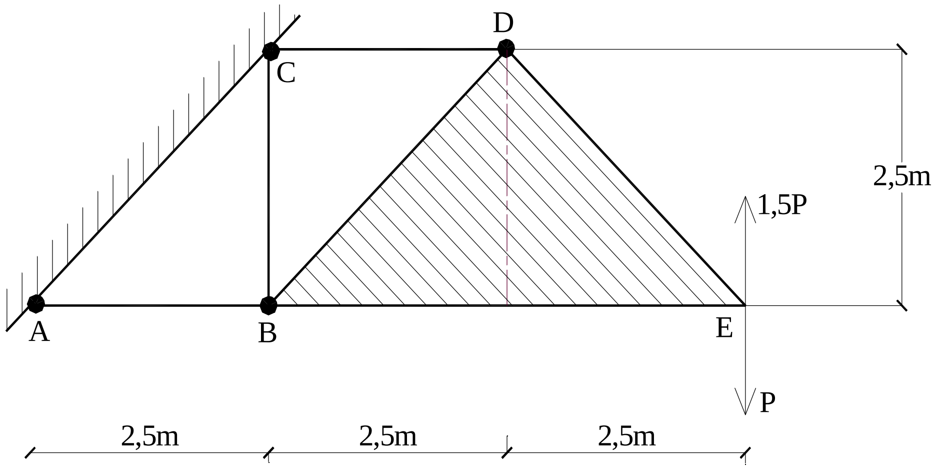
Datos:

$P = 3\ tn$

$\sigma_F = 2400\ kg/cm^2$

$\sigma_A = 1200\ kg/cm^2$

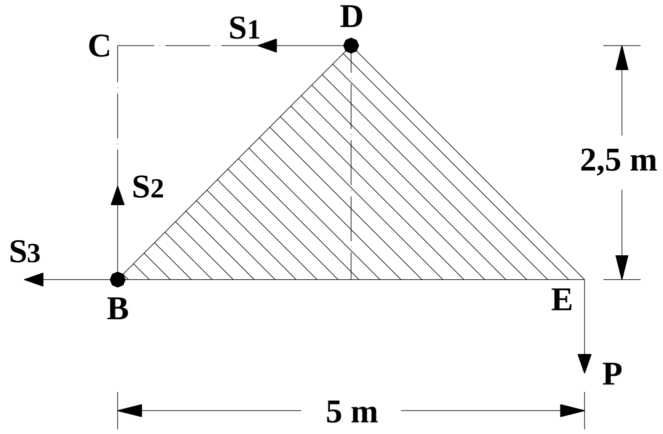
$\sigma_{adm} = 1400\ kg/cm^2$



1- Solicitaciones

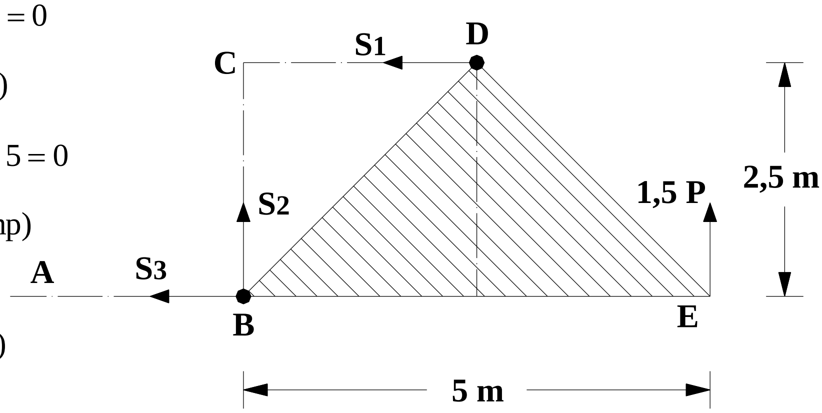
1.a) Debido a P:

$$\sum M_C = 0 \rightarrow S_3 \times 2{,}5 + P \times 5 = 0$$
$$\rightarrow S_3 = \frac{-5}{2{,}5} \times P = -6\ tn\ \ (comp.)$$
$$\sum M_B = 0 \rightarrow -S_1 \times 2{,}5 + P \times 5 = 0$$
$$\rightarrow S_1 = \frac{5}{2{,}5} \times P = 6\ tn\ \ (tracc.)$$
$$\sum F_V = 0 \rightarrow S_2 - P = 0$$
$$\rightarrow S_2 = P = 3\ tn\ \ (tracc)$$



1b) Debido a 1,5.P

$$\sum M_C = 0 \rightarrow S_3 \times 2{,}5 - 1{,}5\ P \times 5 = 0$$
$$\rightarrow S_3 = \frac{5 \times 1{,}5\ P}{2{,}5} = +9\ tn\ \ (tracc)$$
$$\sum M_B = 0 \rightarrow -S_1 \times 2{,}5 - 1{,}5\ P \times 5 = 0$$
$$\rightarrow S_1 = \frac{-5 \times 1{,}5\ P}{2{,}5} = -9\ tn\ \ (comp)$$
$$\sum F_V = 0 \rightarrow S_2 + 1{,}5\ P = 0$$
$$\rightarrow S_2 = -1{,}5\ P = -4{,}5\ tn\ \ (comp)$$



Resumen de esfuerzos

Estado de carga	S_1	S_2	S_3
$\downarrow$ P	+ 6 tn	+ 3 tn	- 6tn
$\uparrow$ 1,5 P	- 9 tn	- 4,5 tn	+ 9 tn

2- Dimensionamieto (de teoría)

$$\boxed{\Omega \geq \frac{F_{max}}{\sigma_{adm}}\left[\frac{1}{\beta}-\left(\frac{1}{\beta}-1\right)\times\frac{F_m}{F_{max}}\right]} \qquad \text{con } \beta = \frac{\sigma_A}{\sigma_F}$$

$F_{máx}$ corresponde a la carga de mayor valor absoluto.

$$\left.\begin{array}{l} F_{máx} = +9 \text{ tn} \\ F_{min} = -6 \text{ tn} \end{array}\right\} \quad F_m = \frac{F_{max}+F_{min}}{2} = \frac{(+9\text{ tn} - 6\text{ tn})}{2} = 1{,}5\text{ tn}$$

$$\beta = \frac{\sigma_A}{\sigma F} = \frac{1{,}2\text{ tn/cm}^2}{2{,}4\text{ tn/cm}^2} = 0{,}5 \quad ; \qquad \sigma_{adm} = 1{,}4\text{ tn/cm}^2$$

$$\Omega \geq \frac{9\,tn}{1{,}4\text{ tn/cm}^2}\left[\frac{1}{0{,}5}-\left(\frac{1}{0{,}5}-1\right)\times\frac{1{,}5\,tn}{9\,tn}\right] = 11{,}79\,cm^2$$

$$Adopto: 1PNL\,70\times 9 \rightarrow F = 11{,}9\,cm^2$$

3-Coeficiente de seguridad

La ley de Soderberg establece que:

$$\frac{\sigma_a}{\sigma_A} = 1-\frac{\sigma_m}{\sigma_F} \Rightarrow \sigma_a = \sigma_A - \frac{\sigma_A}{\sigma_F}\times\sigma_m = \sigma_A - \beta\times\sigma_m$$

Teniendo en cuenta la seguridad del sistema podemos escribir que:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_A}{\upsilon} - \beta\times\sigma_m \rightarrow \frac{\sigma_A}{\upsilon} = \sigma_a + \beta\times\sigma_m$$

$$\boxed{\rightarrow \upsilon = \frac{\sigma_A}{\sigma_a+\beta\times\sigma_m}}$$

Luego:

$$F_m = \left(\frac{F_{max} + F_{min}}{2}\right) = \frac{(9-6)\,tn}{2} = 1{,}5\ tn$$

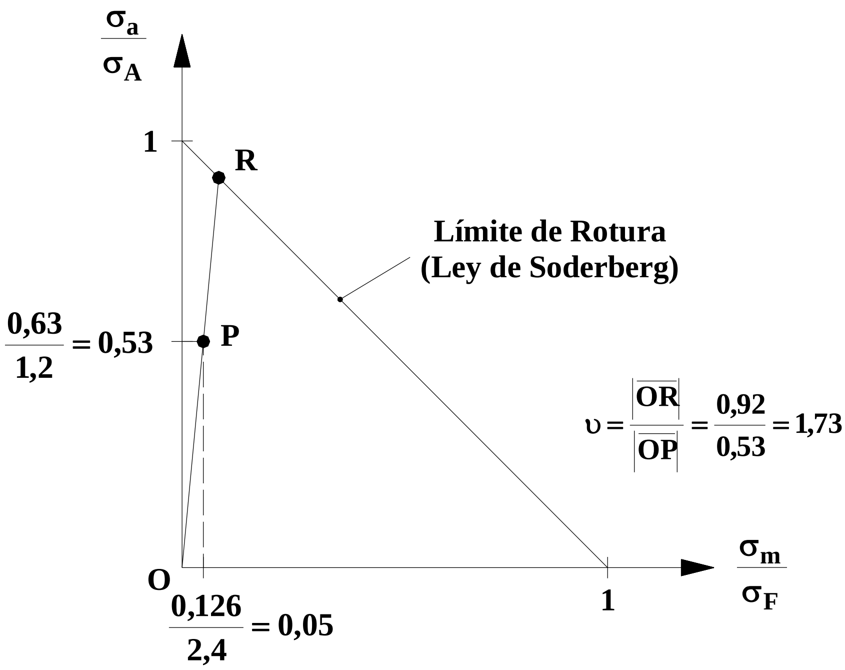
$$F_a = \left(\frac{F_{max} - F_{min}}{2}\right) = \frac{[9-(-6)]\,tn}{2} = 7{,}5\ tn \qquad \beta = \frac{\sigma_A}{\sigma_F} = 0{,}5$$

$$\sigma_m = \frac{F_m}{\Omega} = \frac{1{,}5\ tn}{11{,}9\ cm^2} = 0{,}126\ tn/cm^2$$

$$\sigma_a = \frac{F_a}{\Omega} = \frac{7{,}5\ tn}{11{,}9\ cm^2} = 0{,}630\ tn/cm^2$$

$$\upsilon = \frac{1{,}2\ tn/cm^2}{0{,}63\ tn/cm^2 + 0{,}5 \times 0{,}126\ tn/cm^2} = 1{,}73$$

$\rightarrow \upsilon = 1{,}73$ coeficiente de seguridad del sistema por ser el de la barra más solicitada.

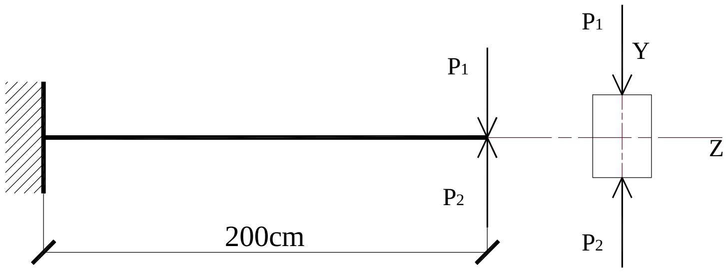


TP N^0 11.5:

Dimensionar la siguiente viga sometida a una carga cíclica que toma valores de P_1 en una dirección y de P_2 en la otra , con una sección rectangular.

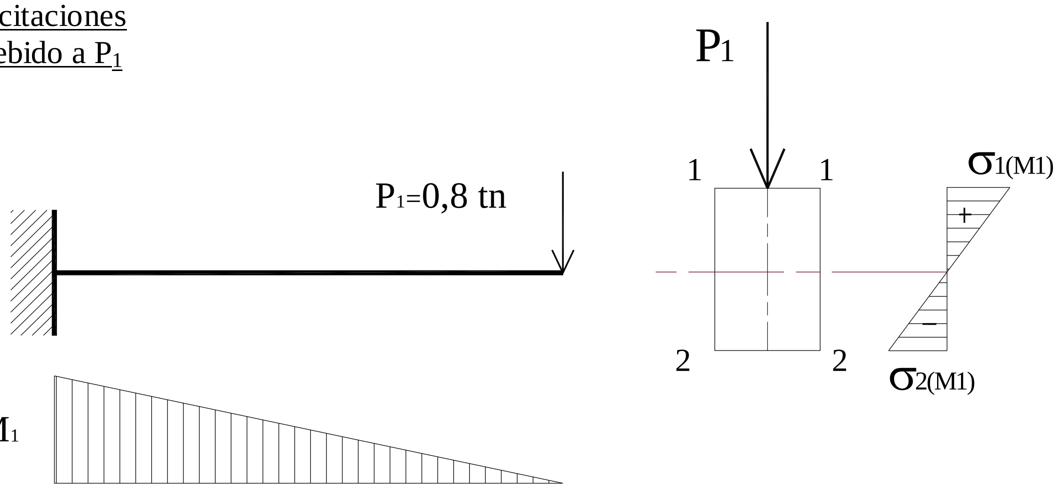
Datos:

$$P_1 = 0{,}8\ \text{tn}$$
$$P_2 = 0{,}5\ \text{tn}$$
$$\sigma_F = 2{,}10\ \text{tn/cm}^2$$
$$\sigma_A = 1{,}4\ \text{tn/cm}^2$$
$$\frac{h}{b} = 2$$



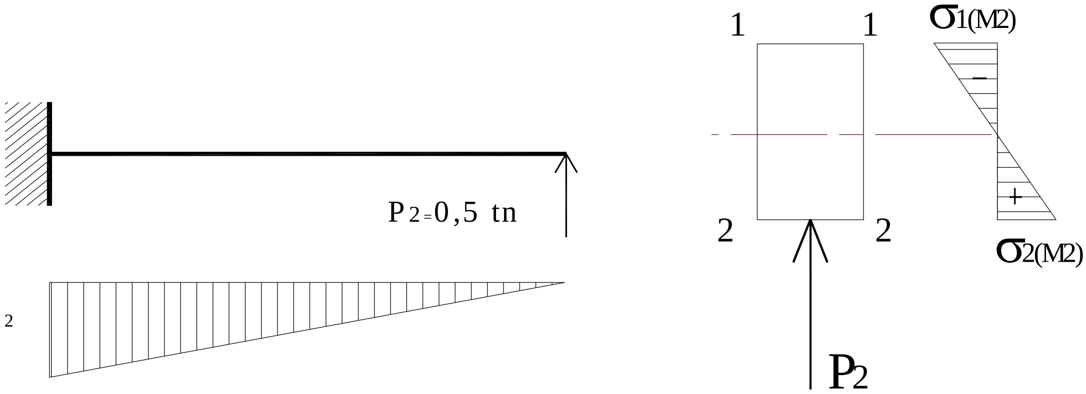
1- Solicitaciones

1.a) Debido a P_1



$$M_1 = P_1 \times l = 0{,}8\,\text{tn} \times 200\,\text{cm} = 160\,\text{tncm}$$

1.b) Debido a P_2



$$M_2 = P_2 \times l = 0{,}5\,\text{tn} \times 200\,\text{cm} = 100\,\text{tncm}$$

2- Dimensionamiento: (de teoría)

$$W_{nec} \geq \frac{M_{max}}{\sigma_{adm}} \left[\frac{1}{\beta} - \left(\frac{1}{\beta} - 1 \right) \times \frac{M_m}{M_{max}} \right]$$

El momento máximo es el que corresponde al momento de mayor valor absoluto.

a) Fibra 1-1

M_{max} = 160 tncm ; M_{min} = -100 tncm

$$\beta = \frac{\sigma_A}{\sigma_F} = \frac{1{,}4\ \text{tn/cm}^2}{2{,}1\ \text{tn/cm}^2} = 0{,}67$$

$$M_m = \frac{(M_{max} + M_{min})}{2} = \frac{(160 - 100)}{2}\ \text{tncm} = 30\ \text{tncm}$$

Reemplazando en la ecuación:

$$W_{nec} = \frac{160\ \text{tncm}}{1{,}4\ \text{tn/cm}^2} \times \left[\frac{1}{0{,}67} - \frac{30\ \text{tncm}}{160\ \text{tncm}}\left(\frac{1}{0{,}67} - 1\right)\right] = 160\ \text{cm}^3$$

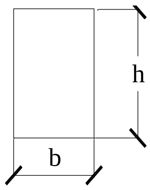
$$\text{si}\ \frac{h}{b} = 2 \rightarrow h = 2b$$

$$W = \frac{b \times h^2}{6} = \frac{b \times (2\,b)^2}{6} = \frac{4 \times b^3}{6} \geq 160\ \text{cm}^3 \rightarrow b \geq \sqrt[3]{\frac{160 \times 6}{4}}$$

$$\rightarrow b \geq 6{,}21\ \text{cm}$$

$$\text{Adopto:} \begin{cases} b = 6{,}5\ \text{cm} \\ h = 13{,}0\ \text{cm} \end{cases}$$

$$\rightarrow W = \frac{b \times h^2}{6} = 183\ \text{cm}^3$$



3-Coeficiente de seguridad

Según la Ley de Soderberg:

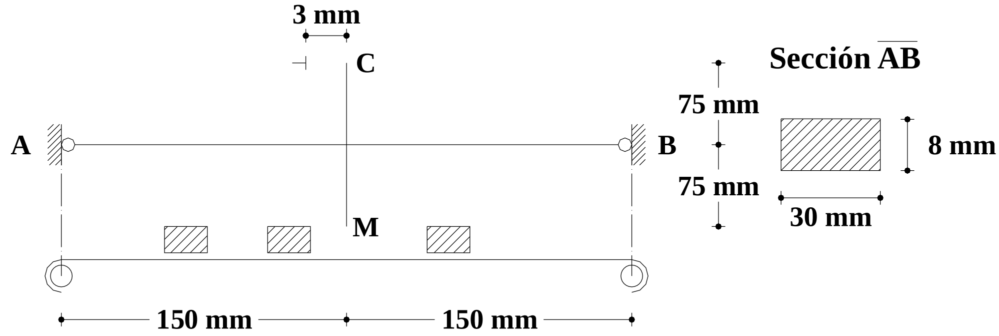
$$\upsilon = \frac{\sigma_A}{\sigma a + \beta \times \sigma_m}$$

$$\text{donde} \left| \begin{array}{l} \sigma_{\max} = \sigma_a + \sigma_m \rightarrow \sigma_a = \sigma_{\max} - \sigma_m \\ \sigma_{\max} = \dfrac{M_{\max}}{W} = \dfrac{160\ tncm}{183\ cm^3} = 0{,}87\ \text{tn/cm}^2 \\ \sigma_m = \dfrac{M_m}{W} = \dfrac{30\ tncm}{183\ cm^3} = 0{,}16\ \text{tn/cm}^2 \\ \sigma_a = 0{,}87 - 0{,}16 = 0{,}71\ \text{tn/cm}^2 \end{array} \right.$$

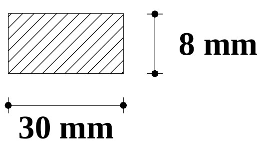
$$\upsilon = \frac{1{,}4\ \text{tn/cm}^2}{0{,}71\ \text{tn/cm}^2 + 0{,}67 \times 0{,}16\ \text{tn/cm}^2} = 1{,}71$$

TP N° 11.6:
El sistema de la figura pertenece a un mecanismo destinado a contar cuantos productos se desplazan por medio de una cinta transportadora; por la parte inferior del contador. El sistema detecta la existencia de un nuevo elemento cada ves que el punto C hace contacto con el D. Considerando CM como rígido, determinar el coeficiente de seguridad de la viga AB aplicando la teoría de Soderberg.

Datos:
$E = 2100 \text{ tn/cm}^2$
$\sigma_R = 10{,}5 \text{ tn/cm}^2$
$\sigma_F = 9 \text{ tn/cm}^2$
$\sigma_A = 5{,}3 \text{ tn/cm}^2$
$\overline{CM} = 150 \text{ mm}$



1- Características geométricas

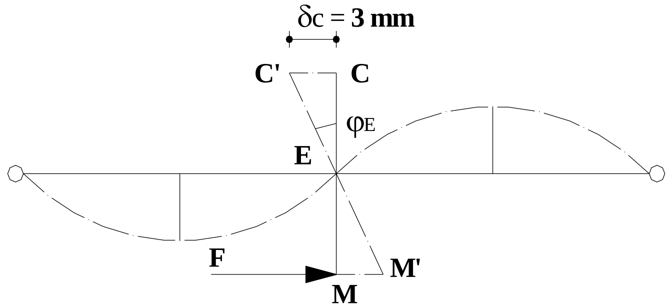


$$\Omega = 3 \times 0{,}8 = 2{,}4\, cm^2$$

$$W_x = \frac{3 \times 0{,}8^2}{6} = 0{,}32\, cm^3$$

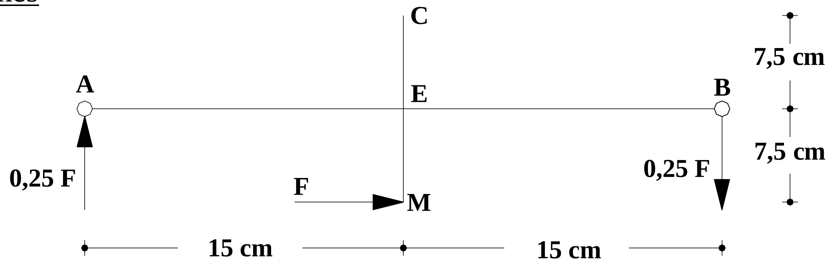
$$I_x = \frac{3 \times 0{,}8^3}{12} = 0{,}128\, cm^4$$

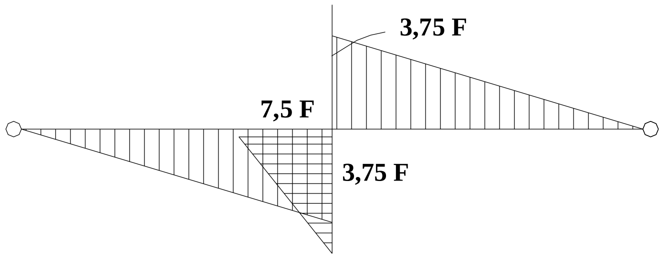
2- Cargas del sistema
Conociendo las deformaciones es posible obtener las cargas que las producen.



$$\delta_C = \varphi_E \times 7{,}5 \text{ cm} = 0{,}3 \text{ cm}$$

2-a) Solicitaciones





$$\sum M_B = 0 \rightarrow V_A \times 30\,cm - F \times 7{,}5\,cm = 0$$

$$\rightarrow V_A = \frac{7{,}5}{30} \times F = 0{,}25\,F$$

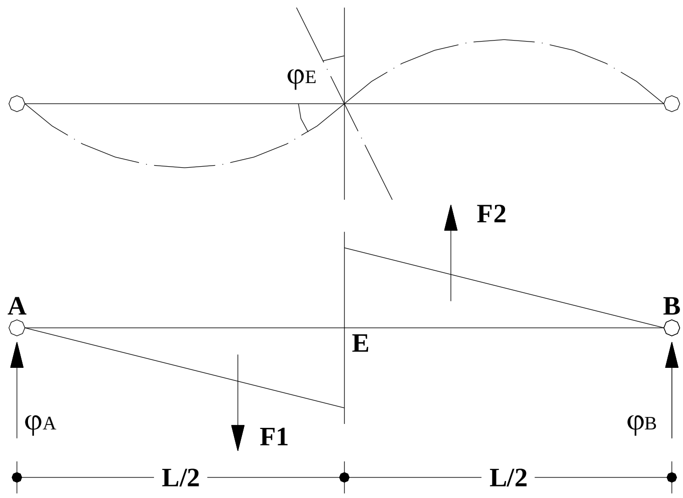
$$\sum M_A = 0 \rightarrow V_B \times 30\,cm - F \times 7{,}5\,cm = 0$$

$$\rightarrow V_B = \frac{7{,}5}{30} \times F = 0{,}25\,F$$

2-b) Determinación de F

Cálculo de φ_E aplicando 1° y 2° teoremas de Mohr:

$$\varphi_E = -\varphi_A + F_1$$



$$F_1 = F_2 = \frac{3{,}75 \times F\,(cm) \times 15\,cm}{2\,E \times I} = \frac{28{,}125\,F}{E \times I}\,cm^2$$

$$\delta_B^V = 0 \rightarrow \varphi_A \times L - F_1 \times \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{6}\right) + F_2\left(\frac{2}{3} \times \frac{L}{2}\right) = 0$$

$$\rightarrow \varphi_A \times L - F_1 \times \frac{2}{3}L + F_2 \times \frac{L}{3} = 0$$

$$\rightarrow \varphi_A = \frac{2}{3} \times F_1 - \frac{F_2}{3} = \frac{F_1}{3} = \frac{9{,}375 \times F}{E \times I}\,cm^2$$

$$\text{luego}: \varphi_E = -\varphi_A + F_1 = \frac{(-9{,}375 + 28{,}125) \times F}{E \times I} =$$

$$\varphi_E = \frac{18{,}75 \times F}{E \times I}\,cm^2$$

$$\text{luego}: \delta_C = \varphi_E \times 7{,}5\,cm = 0{,}3\,cm$$

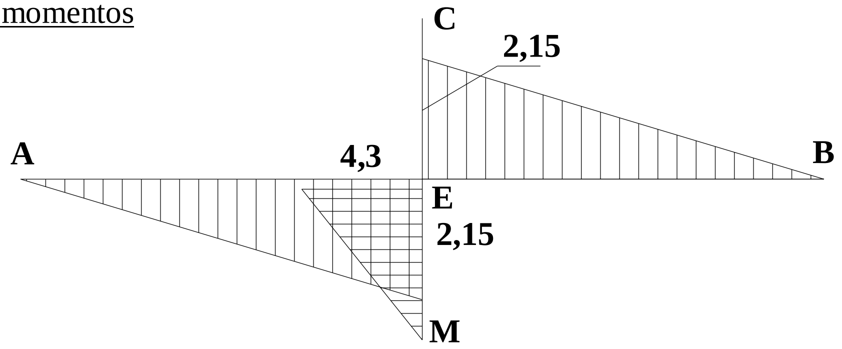
$$\frac{18{,}75 \times F}{E \times I}(cm^2) \times 7{,}5\,cm = 0{,}3\,cm$$

$$\rightarrow \frac{140{,}625 \times F}{E \times I}(cm^3) = 0{,}3\,cm$$

$$\rightarrow F = \frac{0{,}3\,cm \times E \times I}{140{,}625\,cm^3} = \frac{0{,}3\,cm \times 2100\,tn/cm^2 \times 0{,}128\,cm^4}{140{,}625\,cm^3} =$$

$$\rightarrow F = 0{,}57344\,tn$$

2-c) Valores de momentos



$$M_E^A = M_E^B = 3{,}75 \times F = 3{,}75\,cm \times 0{,}5734\,tn = 2{,}15\,tncm$$

$$M_E^M = 7{,}5 \times F = 7{,}5\,cm \times 0{,}5734\,tn = 4{,}3\,tncm$$

3- Tensiones

En la viga AB

$$M_{max} = 2{,}15\,tncm \rightarrow \sigma_{max} = \frac{2{,}15\,tncm}{0{,}32\,cm^3} = 6{,}72\,tn/cm^2$$

$$M_{min} = 0 \rightarrow \sigma_{min} = 0\,tn/cm^2$$

$$Luego: \sigma_m = \frac{(\sigma_{max} + \sigma_{min})}{2} = \frac{(6{,}72 + 0)}{2} = 3{,}36\,tn/cm^2$$

$$\sigma_a = \sigma_{max} - \sigma_m = 6{,}72\,tn/cm^2 - 3{,}36\,tn/cm^2 = 3{,}36\,tn/cm^2$$

4- Coeficiente de seguridad: según la Ley de Soderberg.

$$\upsilon = \frac{\sigma_A}{\sigma_a + \beta \times \sigma_m} \text{ con: } \beta = \frac{\sigma_A}{\sigma F} = \frac{5{,}3}{9{,}0} = 0{,}59$$

$$\upsilon = \frac{5{,}3\,tn/cm^2}{3{,}36\,tn/cm^2 + 0{,}59 \times 3{,}36\,tn/cm^2} = 0{,}99 < 1 \Rightarrow M.C$$

El punto P que representa el estado de tensiones en fatiga se encuentra sobre el limite de rotura.