

Club Fichas

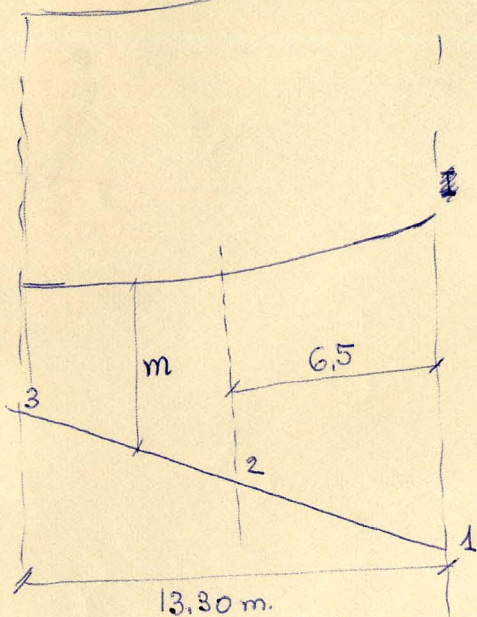
Plantío de cálculo preliminar del borde del lado izquierdo

840.515

10-5-57

Curvas de cálculo laminar del borde del lado izquierdo

1



Radio de curvatura.

$$\rho = \frac{100}{8} \times ch^2 \frac{8x}{100}$$

En el punto 1.

$$m = 12 \quad \rho = \frac{100}{8} ch^2 0,96 = \frac{100}{8} \times 1,497^2 = 28 \text{ m.}$$

En el punto 2

$$m = 4,5 \quad \rho = \frac{100}{8} ch^2 0,6 = \frac{100}{8} \times 1,1855^2 = 17,5 \text{ m.}$$

En el punto 3

$$m = 3,2 \quad \rho = \frac{100}{8} ch^2 0,256 = \frac{100}{8} \times 1,033^2 = 13,5 \text{ m.}$$

Adoptaremos el valor $r = 20 \text{ m.}$ $l = 13,3 \text{ m.}$ $\phi_K = 45^\circ$ $\delta = 0,1$

Como $\frac{r}{l} = 1,5 > 0,6$ es una lámina corta.

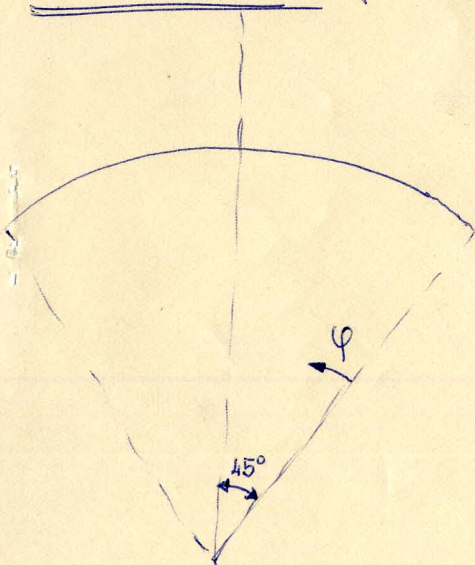
El valor característico $\frac{r\delta}{l^2} = \frac{20 \times 0,1}{13,3^2} = 0,0113$

Adoptaremos el valor

$$\frac{r\delta}{l^2} = 0,01$$

lo que supone que el espesor es algo menor, del orden de 9 cm., o el radio un poco menor del orden de 17,7 m., o la luz un poco mayor del orden de 14,1 m.

Valores membrana para el primer término de la serie. y peso propio = 100 kg/m^2



$$\left\{ \begin{aligned} N_x &= \frac{1}{\pi} \cdot 100 \cdot r \cdot \left(\frac{l}{r}\right)^2 K_1 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} = \\ N_{\phi x} &= \frac{1}{\pi} \cdot 100 \cdot r \cdot \frac{l}{x} K_2 \cos \frac{\pi x}{l} = \\ N_{\phi} &= \frac{1}{\pi} \cdot 100 \cdot r K_3 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} = \\ \Delta V &= \frac{1}{\pi} \cdot 100 \cdot \frac{l^4}{r^2 t E} \left[\left(\frac{2r}{\pi l}\right)^2 + \frac{2}{\pi^4} + \left(\frac{r}{l}\right)^4 K_4 \right] \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} \\ \Delta H &= \frac{1}{\pi} \cdot 100 \cdot \frac{l^4}{r^2 t E} \left[\left(\frac{r}{l}\right)^4 K_5 \right] \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} \end{aligned} \right.$$

$$\begin{cases} N_x = 1130 K_1 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} \\ N_{\varphi x} = 1695 K_2 \cos \frac{\pi x}{l} \\ N_{\varphi} = 2545 K_3 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} \\ \Delta V = 2545 \frac{l^4}{r^3 t E} [0,937 + 5,114 K_4] \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} \\ \Delta H = 13015 \frac{l^4}{r^3 t E} K_5 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} \end{cases}$$

Valores en los bordes de los esfuerzos membrana

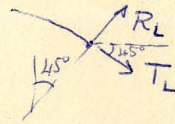
$$\begin{aligned} N_x &= 1130 (-0,1433) \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} = -162 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} \\ N_{\varphi x} &= 1695 (-0,4502) \cos \frac{\pi x}{l} = -763 \cos \frac{\pi x}{l} \\ N_{\varphi} &= 2545 (-0,7071) \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} = -1780 \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} \\ \Delta V &= 2545 \frac{l^4}{r^3 t E} [0,937 + 0,5 \cdot 5,114] \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} = 8893 \frac{l^4}{r^3 t E} \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} \\ \Delta H &= 2545 \frac{l^4}{r^3 t E} [0,5 \cdot 5,114] \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} = 6508 \frac{l^4}{r^3 t E} \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l} \end{aligned}$$

Valores de N_x , ΔV y ΔH

φ	0°	5°	10°	20°	30°	40°	45°
$\phi_k - \varphi$	45°	40°	35°	25°	15°	5°	0°
$N_x / \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l}$	-162	-175	-188	-208	-223	-228	-229
$\Delta V / \frac{l^4}{r^3 t E} \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l}$	8893	8499	7370	5639	3515	2385	
$\Delta H / \frac{l^4}{r^3 t E} \operatorname{sen} \frac{\pi x}{l}$	6508	6114	4985	3254	1130	0	

Tubo laminar

1er Caso Borde apoyado.



Condiciones de contorno.

- 1ª Momento flector transversal nulo $M_\varphi = 0$
- 2ª Esfuerzo horizontal nulo. $(N_{\varphi m} + T_L) \cos 45^\circ + R_L \cos 45^\circ = 0$
- 3ª Esfuerzo tangencial nulo $S_L + N_{\varphi x} = 0$
- 4ª Comimiento vertical nulo $\Delta V - V \sin 45^\circ - W \cos 45^\circ = 0$

De la primera obtenemos $M_L = 0$

De la tercera obtenemos $S_L = 463$

La 2ª nos da $-1780 + T_L + R_L = 0$ (1)

La 4ª nos da $\frac{28893 \cdot l^4}{\sqrt{2} r^3 E} + 19,03 \frac{l}{E} T_L - 1,11 \frac{l^2}{E^2} R_L + 4,485 S_L \frac{l}{E}$

$$+ 1,11 \frac{l^2}{E^2} T_L - 0,08582 \frac{l^3}{E^3} R_L + 0,2069 \frac{l^2}{E^2} S_L = 0$$

$$12,546 \frac{l^3}{r^3} + 24,418 + 166,66 T_L - 1665,7 R_L = 0$$

$$168,7 + T_L - 10 R_L = 0 \quad (2)$$

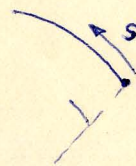
Resolviendo (1) y (2) se tiene:

$$\begin{aligned} T_L = 1780 - R_L & \quad \left. \begin{array}{l} 1948,7 - 11 R_L = 0 \\ T_L = 1603 \\ T_L = 1601 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \underline{R_L = 174} \\ \underline{T_L = 1602} \end{array} \end{aligned}$$

Valores del momento flector.

$$M_\phi = T_L \cdot t \cdot k_1 + R_L \cdot l \cdot k_2 + S_L \cdot t \cdot k_3$$

$$M_\phi = 160,2 k_1 + 2354 k_2 + 46,3 k_3$$



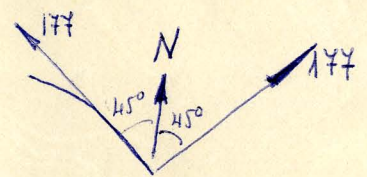
$$\frac{S}{\sqrt{r E^2}}$$

$\frac{s}{\sqrt{r t l^2}}$	0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
$\varphi \approx$	<u>0</u>	<u>1°</u>	<u>2°</u>	<u>5°</u>	<u>10°</u>	<u>20°</u>	<u>40°</u>
160,2 k ₁	0	17,6	21,9	0,4	-85,3	-101,1	17,3
2354 k ₂	0	33,1	64,7	120,7	178,8	81,4	-12,2
76,3 k ₃	0	1,6	2,8	3,2	-2,4	-9,3	1,5
M ϕ	0	52,3	89,4	124,3	91,1	-29,0	

Momento max. para sobrecarga de 350 kg/m²

$M\phi \approx 130 \times \frac{350}{100} = \underline{455 \text{ m. Kg/m.}}$ tracción en intradós.

Esfuerzo en los soportes



Para una sobrecarga de 350 kg/m²

$N = 177\sqrt{2} \times \frac{350}{100} = \underline{876 \text{ Kg/m.}}$ hacia arriba es decir reacción hacia abajo.

Esfuerzo longitudinal N_x

$$\begin{cases} N_x = N_{x_m} + T_L \cdot k_1 + R_L \cdot \frac{l}{E} k_2 + S_L k_3 \\ N_x = 1602 k_1 + 23540 k_2 + 763 k_3 + N_{x_m} \end{cases}$$

φ	<u>0°</u>	<u>5°</u>	<u>10°</u>	<u>20°</u>	<u>40°</u>
1602 k ₁	22570	-968	-5880	-293	-72
23540 k ₂	-15303	+2830	4254	-1257	348
763 k ₃	4147	855	-278	150	20
N _{x_m}	-162	-175	-188	-208	-223
	<u>11.252</u>	<u>2542</u>	<u>-2092</u>	<u>-1608</u>	<u>73</u>

Suponiendo un peso de 350

la máxima tracción en el borde será: $11.252 \times \frac{350}{100} = 39.400 \text{ Kg/m.}$
 y la máxima compresión $2500 \times \frac{350}{100} = 8.750 \text{ Kg/m.}$

Borde libre

$S_L = 763$ $M_L = 0$ $T_L = 1780$ $R_L = 0$

Momento flector

$M_\phi = T_L \cdot t \cdot k_1 + S_L \cdot t \cdot k_3$

$M_\phi = 178 k_1 + 76.3 k_3$

ϕ	0	1°	2°	5°	10°	20°	30°
178 k ₁	0	19.6	24.4	0.5	-94.7	-112.4	19.2
76.3 k ₃	0	1.6	2.8	3.2	-2.4	-9.3	1.5
M _φ	0	21.2	27.2	3.7	-97.1	-121.7	20.7

Momento maximo para sobrecarga de 350 Kg/m²

$M_\phi = -125 \times \frac{350}{100} = -440 \text{ m. Kg/m.}$ Tracción cara superior.

Comentarios v y w

$v = -19.03 \times \frac{l}{Et} \cdot 1780 - 4.485 \times \frac{l}{Et} \cdot 763 = - \frac{l}{Et} 37.295$

$w = -1.11 \frac{l^2}{Et^2} \cdot 1780 - 0.2069 \frac{l^2}{Et^2} \cdot 763 = - \frac{l}{Et} 283.800$

Comentario vertical = $227.000 \frac{l}{Et} + 8893 \frac{l}{Et} \times \left(\frac{13.3}{20}\right)^3 = 230.000 \times 133 \frac{1}{E} = 30.600.000 \frac{1}{E}$

Si suponemos $E = 200.000 \text{ Kg/cm}^2 = 200.000 \times 100^2$ se tiene

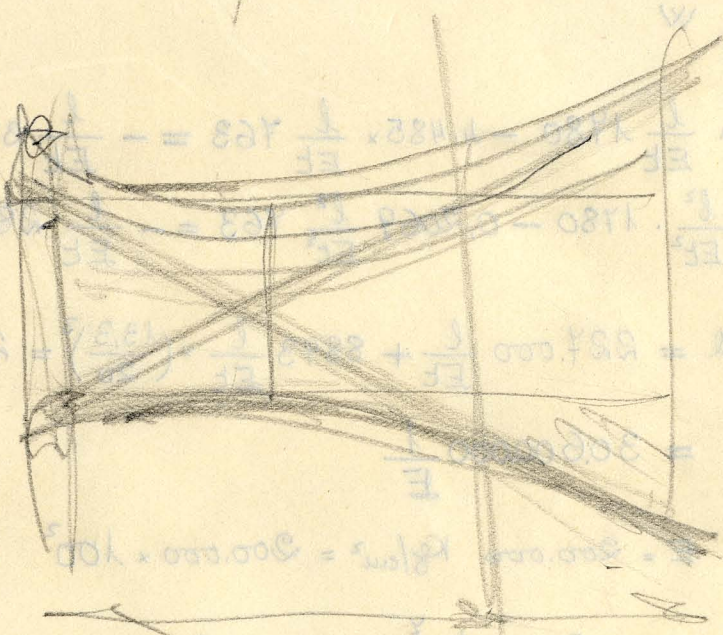
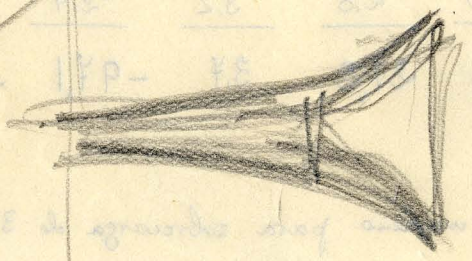
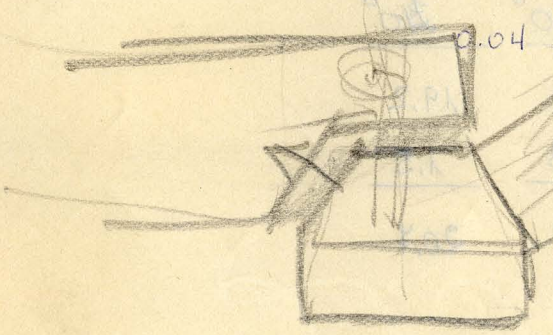
Comentario vertical = $\frac{3.06 \times 10^7}{2 \times 10^9} = 1,03 \times 10^{-2} \text{ m.} = \underline{\underline{1,03 \text{ cm.} \times \frac{350}{100} = 3,6 \text{ cm.}}}$

Tracción maxima longitudinal

$N = 1780 \times 14,089 + 763 \cdot 5'81 - 162 = \underline{\underline{29.400 \text{ Kg/m.} \times \frac{350}{100}}}$

$$P \cdot \frac{l^4}{EI} = 0.04 \frac{100^4 \cdot 10}{2 \cdot 10^8 \cdot 10^8} = 0.2 \text{ cm.}$$

$$0.04 \frac{1.8^4 \cdot 10^8 \cdot 10}{2 \cdot 10^8 \cdot 10^8} = 0.4 \times 10 = 2 \text{ cm.}$$



$$m \cdot 0.8 = \frac{320}{100} \times 1.08 \text{ cm} \times 10^3 = 4.08 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

$$R = 1180 \cdot 11.084 + 563 \cdot 2.81 - 165 = 24.100 \text{ Kg/m} \cdot \frac{320}{100}$$