EDUARDO TORROJA
OFICINA TECNICA DE INGENIERIA
MADRID

Iglesia de Villaverde

Cálculo

Fecha 8-1-35.
Núm. 248.507

Calculo de T_2:

$T_2 = -R\mathcal{Z}$ $\quad$ $\mathcal{Z} = g\cos\varphi + V\operatorname{sen}^2\varphi$ $\quad$ $T_2 = -[gR\cos\varphi + VR\operatorname{sen}^2\varphi)$

$$\boxed{T_2 = -R[g\cos\varphi + V\operatorname{sen}^2\varphi)}$$

Calculo de $\int$

$$\int = -\int \frac{dT_2}{R\,d\varphi}\,dx - \int \gamma\,dx + f_1(\varphi)$$

$$\int \frac{dT_2}{R\,d\varphi}dx = -[g(-\operatorname{sen}\varphi) + 2V\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi]x = -[2V\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi - g\operatorname{sen}\varphi]x$$

$$\int \gamma\,dx = \int g\operatorname{sen}\varphi\,dx = g\operatorname{sen}\varphi\,x$$

$$\int = [2V\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi - g\operatorname{sen}\varphi - g\operatorname{sen}\varphi]x + f_1(\varphi) = 2x\underline{[V\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi - g\operatorname{sen}\varphi)} + f_1(\varphi)$$

$$\int_0 = f_1 x$$

$$\int_\ell = 2\ell[V\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi - g\operatorname{sen}\varphi) + f_1(x)$$

$$\int_0 = -\int_\ell \quad \therefore \quad f_1(x) = -\ell[V\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi - g\operatorname{sen}\varphi)$$

$$\int = 2x[V\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi - g\operatorname{sen}\varphi) - \ell[V\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi - g\operatorname{sen}\varphi]$$

$$\boxed{\int = [V\operatorname{sen}\varphi\cos\varphi - g\operatorname{sen}\varphi)(2x - \ell)}$$

Calculo de T_1

$$T_1 = -\int \frac{d\xi}{R\,d\varphi}\,dx - \int X\,dx + f_2(\varphi)$$

$$\begin{cases} \displaystyle\int \frac{d\xi}{R\,d\varphi} = \frac{1}{R}\int (2x-l)\left[V(-\sin^2\varphi+\cos^2\varphi) - g\cos\varphi\right]dx = \\ \displaystyle\qquad = \left[\frac{V}{R}(-\sin^2\varphi+\cos^2\varphi) - \frac{g}{R}\cos\varphi\right](x^2-lx) \\ \displaystyle\int X\,dx = 0 \end{cases}$$

$$T_1 = \left[\frac{g}{R}\cos\varphi - \frac{V}{R}(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi)\right](x^2-lx) + f_2(x)$$

$$\left.\begin{aligned} T_{1,0} &= f_2(x) \\ T_{1,l} &= -f_2(x) \end{aligned}\right\}\ f_2(x) = 0$$

$$\boxed{T_1 = \left[\frac{g}{R}\cos\varphi - \frac{V}{R}(\cos^2\varphi - \sin^2\varphi)\right](x^2-lx)}$$

Ejemplo: nave medio-punto luz = 30 m   longitud = 20 m

Bóveda de espesor uniforme 0,30 m : peso 0'30 × 2400 = 720 Kg

Sobrecarga de nieve de 100 Kg por m² de tejado.

$$g = 820\ \text{Kg}$$

$$v = 200\ \text{Kg}.$$

1°: Generatriz superior: $\varphi = 0$

$$T_2 = -15\left[820\times 1 + 0\right] = -12.300\ \text{Kg. por m.l.} \qquad -\frac{12300}{30\times 100} = -4{,}10\ \text{Kg/cm}^2$$

$$S = 0$$

$$T_1 = \left[\frac{g}{R} + \frac{v}{R}\right](x^2 - lx) \qquad \text{punto maximo: } l - 2x = 0 \quad x = \frac{1}{2}l$$

$$\text{Valor maximo de } T_1 = \frac{g+v}{R}\left(\frac{l^2}{4} - \frac{l^2}{2}\right) = -\frac{820}{15}\times\frac{400}{4} = -4140 \text{ por m de ancho}$$

$$-\frac{4140}{30\times 100} = -1{,}36/\text{cm}^2$$

2° Generatriz a 45°:

$T_2 = -15\left[820 \times 1'41 + 200 \times 2\right] = -23340\ Kg \times m\ l. - \dfrac{23340}{100 \times 30} = -7.8\ Kg/cm^2$

$S = \left[200 \times 2 - 1.4 \times 820\right)(2x - l) = -\cancel{1190(x-l)}\ -755(2x - l)$

Máximo para $x = 0$ ó $x = l$ $\pm 615 \times 20 = 15120 \times m\ l. \pm \dfrac{15120}{30 \times 100} = \pm 5{,}1\ Kg/cm^2$

$T_1 = \left[\dfrac{820}{15} 1'41 - \dfrac{200}{15}(0)\right](x^2 - lx) = 77(x^2 - lx)$

máximo $= -77 \dfrac{400}{4} = -7700 \times$ m ancho $\dfrac{7700}{30 \times 100} = 2.56\ Kg/cm^2$

3° Generatrici inferiori

$T_2 = -15\left[g(0) + 200\right) = -3000 \text{ Kg per } l \qquad \frac{3000}{30\times100} = -1 \text{ Kg/cm}^2$

$S = \left[V(0) - 820\right] = -820(2x - l)$

$\begin{matrix} x=0 \\ x=l \end{matrix} \quad \pm = 16,400 \text{ per m } l \qquad \pm \frac{16.400}{30\times100} = \pm 5'5 \text{ Kg/cm}^2$

$T_1 = \left[\frac{820}{15}(0) - \frac{200}{15}(-1+0)(x^2 - lx) = +\frac{200}{15}(x^2 - lx)\right.$

Massimo $-\frac{200}{15}\,\frac{20^2}{4} = -1333$ per m di arco $-\frac{1333}{30\times100} = -0,44 \text{ Kg/cm}^2$

Mismo ejemplo sin tener en cuenta el viento

Generatriz superior: $T_2 = -15\left[820\times 1\right] = -12.300\ Kg/ml = -4.10\ Kg/cm^2$

$S = 0$

$T_1 = \frac{820}{15}\times 1\left(x^2 - lx\right) = -\frac{820}{15}\times\frac{400}{4} = -5466/ml \quad \frac{5466}{30\times 100} = -1.82\ Kg/cm^2$

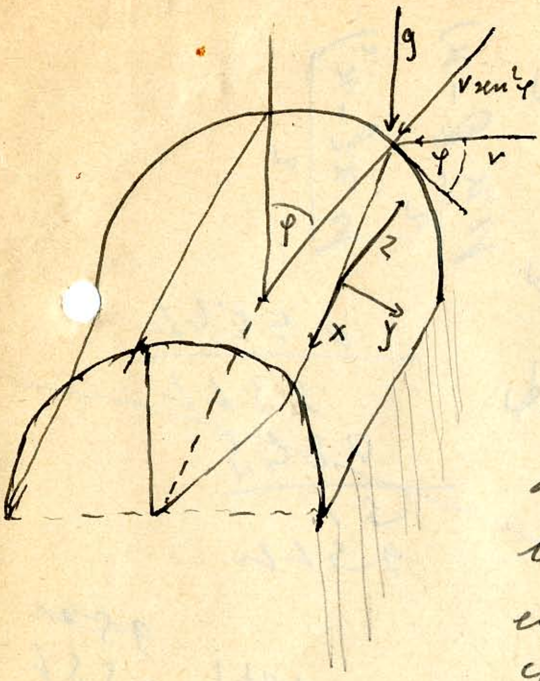
Generatriz a 45°:

$T_2 = -15\left[820\times 1.41\right] = -17340/ml \quad \frac{17340}{30\times 100} = 5,8\ Kg/cm^2$

$S = -820\times 1.41(2x - l)$ $\quad x = 0 \quad + 1156\times 20 = 22.120\ Kg/ml$
$\quad x = l \quad - 1156\times 20 = -22120\ Kg/ml \quad \pm 7.4\ Kg/cm^2$

$T_1 = \frac{820}{15}\times 1.41\left(x^2 - lx\right) = -77\frac{400}{4} = -7700\ Kg/ml \quad \frac{7700}{30\times 100} = -2'6\ Kg/cm^2$

Generatriz inferior: $T_2 = 0$, ~~S=0, T_1~~ = 0 $\quad S = -16400 \quad T_1 = 0$
$-5,5/cm^2$



v presión del viento por m² de superficie vertical (1)

g peso por m² de cubierta incluso sobrecarga de nieve

Condiciones de la sustentación.

Las vigas de cabeza giran libremente alrededor de su arista inferior de modo que las tensiones en la dirección de las x son nulas en los puntos de unión de las generatrices con esas vigas.

Los esfuerzos cortantes deben ser absorbidos por dichas vigas de cabeza

Las vigas de apoyo deben absorber los esfuerzos tangenciales (dirección y) de las secciones contiguas a ellas.

$20000 \,|\, 15$
$55 \quad 1$

$13,33$
$4,44$

$\frac{x}{l} x - \cancel{x}$

$\frac{x^2}{l} - xl$

$\frac{\cancel{x}}{l} x$

$\frac{px}{2}(1-x)$

$\frac{px}{2} - \frac{px^2}{2}$

$\frac{p}{2}(x-x)^2$

$\frac{\cancel{p}}{l} \frac{lp}{2} x - \frac{l-x}{2} p$

$\frac{px}{2}(l-x)$

$\frac{p\,xl - x^2}{2}$

1156
15
5780
1156
17340

1886
15
7720
1556
23340

1.41
820
282
1128
115 6.20
400
1556
1056

$1556 \,|\, 15$
104

$1186 \,|\, 15$
$106 \quad 7,7$
01

756
26
15120

1186
400
786

$2340 \,|\, 3$
$24 \quad 7,8$

$747 \,|\, 3$
$17 \quad 2,56$
20

$15,12 \,|\, 3$
$5,4$

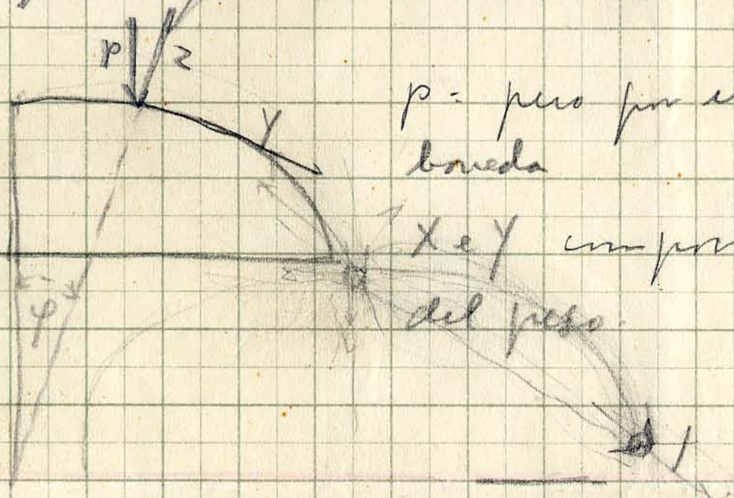
10000

Boveda cilíndrica rigidizada como verdadera membrana elástica sección elíptica

Semiejes $\begin{cases} b \text{ vertical} \\ a \text{ horizontal} \end{cases}$

R radio de curvatura $= a^2b^2\left(\frac{x^2}{a^4}+\frac{y^2}{b^4}\right)^{\frac{3}{2}}$

φ angulo de la normal con el eje de la Y



p = peso por unidad de superficie de boveda

X e Y componentes normal y tangencial del peso

Prescindiendo del esfuerzo del viento

$$Z = p\cos\varphi$$

$$T_2 = \boxed{-pR\cos\varphi} \quad \text{para} \begin{cases} \varphi = 0 & T_2 = -pR \\ \varphi = 90^\circ & T_2 = 0 \end{cases}$$

$$Y = p\,\mathrm{sen}\,\varphi$$

$$\int Y\,dx = \int p\,\mathrm{sen}\,\varphi\,dx = p\,x\,\mathrm{sen}\,\varphi$$

$$\frac{dT_2}{R\,d\varphi} = p\,\mathrm{sen}\,\varphi$$

$$\int \frac{dT_2}{R\,d\varphi}\,dx = p\,x\,\mathrm{sen}\,\varphi$$

(2

$$\rho' = -\int \frac{dT_2}{R\,d\varphi}\,dx - \int Y\,dx + F(x)$$

$$\rho' = -2px\,\mathrm{sen}\,\varphi + F(x)$$

Para $x = 0$ $\rho_0 = F(x)$

Para $x = l$ $\rho_1 = -2pl\,\mathrm{sen}\,\varphi + F(x) = -F(x)$

$$F_x = pl\,\mathrm{sen}\,\varphi$$

$$\rho' = \boxed{p\,\mathrm{sen}\,\varphi\,(l-2x)}$$

$\cancel{\int_0^{l/2} pl\,dl = p\frac{l^2}{2}}$

$\cancel{\int_0^{l/2} p\frac{l}{2}\,dl - 2p\left[\frac{l^2}{2}\right]_0^{l/2}} = p\frac{l^2}{8}$

$\cancel{p\int_0^{l/2}(l-2x)\,dx}$

$\cancel{p\frac{l^2}{2} - 2p\frac{l^2}{8}} = \frac{1}{4}pl^2$

Para $\varphi = 0$ $\rho' = 0$

Para $\varphi = 90$ $\rho' = p(l-2x)$

Para $x = 0$ $\rho' = -p\,\mathrm{sen}\,\varphi\,l$

Para $x = l$ $\rho' = -p\,\mathrm{sen}\,\varphi\,l$

Para $x = \frac{l}{2}$ $\rho' = 0$

$$\frac{dS}{R\,d\varphi} = \frac{p(l-2x)}{R}\cos\varphi \quad ,, \quad \int \frac{dS}{R\,d\varphi}\,x = \frac{p(lx-x^2)}{R}\cos\varphi$$

$X = 0$ $\int X\,dx = 0$

$$T_1 = -\int \frac{dS}{R\,d\varphi}\,x - \int X\,dx + F(x)$$

$$T_1 = -\frac{p(x^2-lx)}{R}\cos\varphi + F(x)$$ para $x=0$,, $T_1 = 0$,, $F(x) = 0$

$$T_1 = \boxed{\frac{p(x^2-lx)}{R}\cos\varphi}$$

Para $\varphi = 0$ $\qquad T_1 = \dfrac{p(x^2 - lx)}{R}$

Para $\varphi = 90$ $\qquad T_1 = 0$

Para $\cancel{\varphi}\ x = 0$ $\qquad T_1 = 0$

Para $x = l$ $\qquad T_1 = 0$

Caso de carga de nieve repartida según la ley:

$p_n = N\cos^2\varphi$: $\qquad Z = N\cos^4\varphi$

$$\boxed{T_{2N} = -NR\cos^4\varphi}$$

$Y = N\cos^3\varphi \operatorname{sen}\varphi$

$\int Y\,dx = \int N\cos^3\varphi \operatorname{sen}\varphi\,dx = Nx\cos^3\varphi \operatorname{sen}\varphi$

$\dfrac{dT_2}{R\,d\varphi} = 4N\cos^3\varphi \operatorname{sen}\varphi$

$\int 4N\cos^3\varphi \operatorname{sen}\varphi\,dx = 4Nx\cos^3\varphi \operatorname{sen}\varphi.$

$S = -5Nx\cos^3\varphi \operatorname{sen}\varphi + F(x)$

Para $x = 0$ $\quad S_0 = F(x)$

Para $x = l$ $= S_l = -5Nl\cos^3\varphi \operatorname{sen}\varphi + F(x) = -F(x)$

$Fx = \frac{1}{2}\,5Nl\cos^3\varphi \operatorname{sen}\varphi$

$S_N = \boxed{\frac{5}{2}N\cos^3\varphi \operatorname{sen}\varphi\,(l - 2x)}$ Para $\begin{cases} x = \frac{1}{2}l & S_N = 0 \\ \varphi = 0 & S_N = 0 \\ \varphi = 90 & S_N = 0 \end{cases}$

$$\frac{dS}{Rd\varphi} = \frac{5N(l-2x)}{2R}\left[-3\cos^2\varphi \operatorname{sen}^2\varphi + \cos^4\varphi\right]$$

$$T_{1N} = -\int \frac{dS}{Rdx} + F(x)$$

$$T_{1N} = \boxed{\frac{5N\,(x^2 - lx)}{2R}\left(\cos^4\varphi - 3\cos^2\varphi \operatorname{sen}^2\varphi\right)}$$

pues $F(x) = 0$

Para $\left.\begin{matrix} x=0 \\ x=l \end{matrix}\right\} T_1 = 0$

Para $\varphi = 0$ $\quad T_1 = \frac{5N\,(x^2 - lx)}{2R}$

Con un esfuerzo de la forma

$P \operatorname{sen}^n \varphi$

$$Z = P \operatorname{sen}^n \varphi \cos \varphi$$

$$\boxed{T_{2p} = -PR \operatorname{sen}^n \varphi \cos \varphi}$$ Para $\varphi = 90^\circ$ $T_{2p} = 0$

$$Y = P \operatorname{sen}^{n+1} \varphi$$

$$\int Y dx = Px \operatorname{sen}^{n+1} \varphi$$

$$\frac{dT_2}{R\,dx} = -P\left[\operatorname{sen}^{n+1} \varphi - n \operatorname{sen}^{n-1} \varphi \cos^2 \varphi\right)$$

$$\int \frac{dT_2}{R\,dx} = Px\left(\operatorname{sen}^{n+1} \varphi - n \operatorname{sen}^{n-1} \varphi \cos^2 \varphi\right)$$

$$S = Px\left[n \operatorname{sen}^{n-1} \varphi \cos^2 \varphi - 2 \operatorname{sen}^{n+1} \varphi\right] + F(x)$$

$$S = Px\left[n \operatorname{sen}^{n-1} \varphi (1 - \operatorname{sen}^2 \varphi) - 2 \operatorname{sen}^{n+1} \varphi\right] + F(x)$$

$$S = Px\left[n \operatorname{sen}^{n-1} \varphi - (n+2) \operatorname{sen}^{n+1} \varphi\right] + F(x)$$

$$F(x) = -\frac{Pl}{2}\left(n \operatorname{sen}^{n-1} \varphi - (n+2) \operatorname{sen}^{n+1} \varphi\right)$$

$$\boxed{S_{2p} = \frac{P(l - 2x)}{2}\left[(n+2) \operatorname{sen}^{n+1} \varphi - n \operatorname{sen}^{n-1} \varphi\right]}$$

Para $\varphi = 90^\circ$ $S_p = \frac{P(l - 2x)}{2}$

eduardo torroja
oficina tecnica

hoja n.º

$$\frac{dS}{R\,d\varphi} = \frac{p(l-2x)\cos\varphi}{2R}\left[(n+2)(n+1)\operatorname{sen}^n\varphi - n(n-1)\operatorname{sen}^{n-2}\varphi\right]$$

$$\boxed{T_{1p} = \frac{p(x^2-lx)}{2R}\cos\varphi\left[(n+2)(n+1)\operatorname{sen}^n\varphi - n(n-1)\operatorname{sen}^{n-2}\varphi\right]}$$

Para $\varphi = 0$ $\quad T_{1p} = 0$

$\varphi = 90^\circ$ $\quad T_{1p} = 0$

Calculado por .... comprobado por .... en .... de .... de 193....

Calculo con una carga de la forma

$V \cos^{n} \varphi$:

$Z = V \cos^{n+1} \varphi$

$$\boxed{T_2 = - V R \cos^{n+1} \varphi}$$

$Y = V \cos^{n} \varphi \operatorname{sen} \varphi$

$\int Y dx = V x \cos^{n} \varphi \operatorname{sen} \varphi$

$$\frac{d T_2}{R d\varphi} = (n+1) V \cos^{n} \operatorname{sen} \varphi$$

$$\boxed{S' = V \frac{l - 2x}{2} (n+2) \cos^{n} \varphi \operatorname{sen} \varphi}$$

$$\frac{dS}{R dx} = V \frac{l - 2x}{2R} (n+2) \left(\cos^{n+1} \varphi - n \cos^{n-1} \varphi \operatorname{sen}^{2} \varphi \right)$$

$$\boxed{T_1 = V \frac{x^2 - l x}{2R} (n+2) \left(\cos^{n+1} \varphi - n \cos^{n-1} \varphi \operatorname{sen}^{2} \varphi \right)}$$

Bóveda lateral

Estudio según una ley de carga $= q \operatorname{sen}^n\varphi \cos^n\varphi$

$$Z = q \operatorname{sen}^n\varphi \cos^{n+1}\varphi$$

$$T_2 = \boxed{-qR \operatorname{sen}^n\varphi \cos^{n+1}\varphi} \qquad \left.\begin{array}{l}\varphi = 0\\ \varphi = 90^\circ\end{array}\right\} T_2 = 0$$

$$Y = q \operatorname{sen}^{n+1}\varphi \cos^n\varphi$$

$$\int Y dx = qx \operatorname{sen}^{n+1}\varphi \cos^n\varphi$$

$$\frac{dT_2}{R d\varphi} = -q\left(n \operatorname{sen}^{n-1} \cos^{n+2} - (n+1) \operatorname{sen}^{n+1} \cos^n\right)$$

$$\int \frac{dT_2}{R d\varphi} = -qx\left(n \operatorname{sen}^{n-1}\varphi \cos^{n+2}\varphi - (n+1) \operatorname{sen}^{n+1}\varphi \cos^n\varphi\right)$$

$$S' = -qx\left[\operatorname{sen}^{n+1}\varphi \cos^n\varphi - n \operatorname{sen}^{n-1}\varphi \cos^{n+2}\varphi + (n+1) \operatorname{sen}^{n+1}\varphi \cos^n\varphi\right] + F(x)$$

$$= -qx\left[(n+2) \operatorname{sen}^{n+1}\varphi \cos^n\varphi - n \operatorname{sen}^{n-1}\varphi \cos^{n+2}\varphi\right] + F(x)$$

$$\boxed{S' = \frac{q(l-2x)}{2}\left[(n+2) \operatorname{sen}^{n+1} \cos^n\varphi - n \operatorname{sen}^{n-1}\varphi \cos^{n+2}\varphi\right]} \qquad \text{para } \left.\begin{array}{l}\varphi = 0\\ \varphi = 90^\circ\end{array}\right| S' = 0$$

$$\frac{dS'}{R d\varphi} = \frac{q(l-2x)}{2R}\left[(n+2)(n+1) \operatorname{sen}^n\varphi \cos^{n+1}\varphi - (n+2) n \operatorname{sen}^{n+2} \cos^{n-1}\varphi - n(n-1) \operatorname{sen}^{n-2} \cos^{n+3}\varphi + n(n+2) \operatorname{sen}^n \cos^{(n+1)}\right]$$

$$\boxed{T_1 = \frac{q(x^2 - lx)}{2R}\left[(2n+1)(n+2) \operatorname{sen}^n\varphi \cos^{n+1}\varphi - (n+2) n \operatorname{sen}^{n+2}\varphi \cos^{n-1}\varphi - n(n-1) \operatorname{sen}^{n-2}\varphi \cos^{n+3}\varphi\right]}$$

Para $\varphi = 0$ y $\varphi = 90^\circ$ $T_1 = 0$

EDUARDO TORROJA
OFICINA TECNICA DE INGENIERIA
SECCION DE PROYECTOS

Proyecto de: .... N.º ....

Capítulo: ....

Para la bóveda lateral

$$T_2 = -R\left[p\cos\varphi + N\cos^4\varphi - B\,\mathrm{sen}^n\varphi\cos\varphi - V\cos^{n+1}\varphi\right]$$

$$\xi = (l-2x)\left[p\,\mathrm{sen}\,\varphi + \frac{5}{2}N\cos^3\varphi\,\mathrm{sen}\,\varphi - \frac{B}{2}\left[(n+2)\,\mathrm{sen}^{n+1}\varphi - n\,\mathrm{sen}^{n-1}\varphi\right] - \frac{V}{2}(n+2)\cos^n\varphi\,\mathrm{sen}\,\varphi\right]$$

$$T_1 = \frac{x^2-lx}{R}\Big[p\cos\varphi + \frac{5}{2}N\left[\cos^4\varphi - 3\cos^2\varphi\,\mathrm{sen}^2\varphi\right] - \frac{B}{2}\cos\varphi\left[(n+2)(n+1)\,\mathrm{sen}^n\varphi - n(n-1)\,\mathrm{sen}^{n-2}\varphi\right] -$$

$$-\frac{V}{2}(n+2)\left[\cos^{n+1}\varphi - n\cos^{n-1}\varphi\,\mathrm{sen}^2\varphi\right]\Big]$$

Calculado por:

Comprobado por:

en de de 193

Para la bóveda central

peso propio $= p$ $=$ constante $= 120 \ Kg/m^2$

nieve $= N \cos^3 \varphi$ $= 65 \cos^3 \varphi$

carga en el borde $= \underline{B} \operatorname{sen}^n \varphi$ $= \underline{960} \operatorname{sen}^n \varphi$

$n = 100$ $\quad l = 25,5 \ mts$

$$T_2 = -R\left[p\cos\varphi + N\cos^4\varphi + B\operatorname{sen}^n\varphi\cos\varphi\right]$$

$$S' = (l-2x)\left[p\operatorname{sen}\varphi + \frac{5}{2}N\cos^3\varphi\operatorname{sen}\varphi + \frac{B}{2}\left[(n+2)\operatorname{sen}^{n+1}\varphi - n\operatorname{sen}^{n-1}\varphi\right]\right]$$

$$T_1 = \frac{x^2 - lx}{R}\left[p\cos\varphi + \frac{5}{2}N\left(\cos^4\varphi - 3\cos^2\varphi\operatorname{sen}^2\varphi\right) + \frac{B}{2}\left[(n+2)(n+1)\operatorname{sen}^n\varphi - n(n-1)\operatorname{sen}^{n-2}\varphi\right]\cos\varphi\right]$$

Estructura del Coro

Viga pretil de 9,30 mts de luz

Cargas:

Losas y vigueta = 2,20 x 216 = 480
Sobrecarga = 2,20 x 500 = 1100
Peso propio = 0,24 x 2400 = 580
2160 Kg ml

$$Mf = 2160 \frac{\overline{9.3}^2}{8} = 23500 \text{ m Kg}$$

$$T = 2160 \times 4,65 = 10.100 \text{ Kg}$$

Seccion central:
Canto util = ~~80~~ 90
Canto total = ~~75~~ 85
armadura: 4∅25
Estribos = 2 de 8 a 18 v
ancho = ~~20~~ 30

Viguetas

Luz 4,40
Separacion 1,00 mts

peso muerto: 216 Kgml
Sobrecarga = 500 "
716 "

$$Mf = 716 \times \frac{\overline{4.4}^2}{8} = 1740 \text{ m Kg}$$

$$T = 716 \times 2,20 = 1580 \text{ "}$$

Seccion central:

ancho = 100
Canto total = 20
" util = 17,5
armadura = 2∅25
Estribos = 2 ∅ 8 a. 15 c

Forjados

Luz = 1,00 Carga = 500 + 150 = 650 Kg/ml

$Mf = 650 \times \frac{l^2}{10} = 65$ Kgml

Canto total = 5
" " = 4

armadura = 5 ϕ 8 p/ml

armadura de repartición = 3 ϕ 8 p/ml.

Cubierta de la Torre.

Luz = 4 × 4

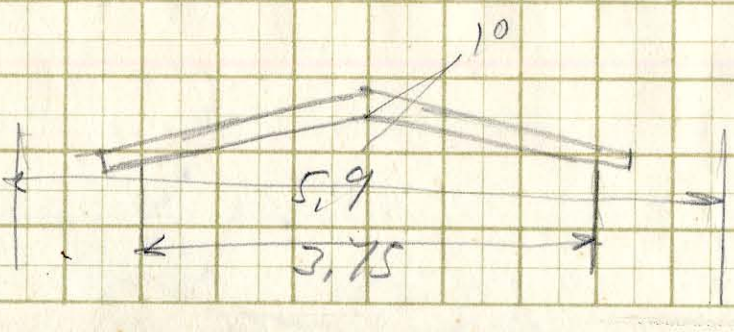
peso propio = 240 Kg/m²
sobrecarga = 100 "

$Mf = 340 \cdot \frac{4^2}{8} \times 0,5 = 340$ mKg

$T = 340 \times 4 \times 0,5 \times 0,5 = 340$ Kg

Canto util = 7 cm
" total = 8,5 cm

armadura = 10 ϕ 8 p/ml en cada dirección



Cupula del Abside

$P_1 = 6{,}28 \times 0{,}4 \times 0{,}75 \times 250 = 480$

$P_2 = 6{,}28 \times 1{,}20 \times 1{,}00 \times$ " $= 1900$ 2.380

$P_3 = 6{,}28 \times 2{,}20 \times 1{,}00 \times$ " $= 3500$ 5.880

$P_4 = 6{,}28 \times 3{,}05 \times 1{,}00 \times$ " $= 4800$ $10{,}680$

$P_5 = 6{,}28 \times 3{,}80 \times 1{,}00 \times$ " $= 6{,}000$ $16{,}680$

$P_6 = 6{,}28 \times 4{,}17 \times 1{,}00 \times$ " $= 6{,}600$ $23{,}280$

Los cargas obtenidas son

	En sentido del Meridiano		En sentido del paralelo		
1º	$3{,}300 \times \frac{1}{2\pi r}$	= 1310 Kg/ml	$+3{,}200 \times \frac{1}{2\pi}$	= +510 Kg/ml	
2º	9,600	= 1240	+5,900 × "	= +940 Kg/ml	
3º	14.400	= 1050	+ 4,000 × "	= + 640 Kg/ml	
4º	18,100	= 940	+ 1,400 × "	= − 310 "	0,7 cm²
5º	20,100	= 850 Kg/ml	− 3,200 × "	= − 720 "	0,6 cm
6º	23,700 × "	= 910 Kg/ml	− 7,400 × "	= − 1650 "	1,4 cm