

OBRA: DISTRIBUIDOR DE INTERSECCION CON R.P. N° 301

PROYECTO: CIRCUNVALACION OESTE

PARTIDO O PROVINCIA: SAN MIGUEL DE TUCUMAN

CARACTERISTICAS DE LA OBRA

Categoría del puente s/Bases para Ptes. de HºAº de DNV: A- 30

Longitud entre ejes de pilares: $l = 30,00$ m.

Longitud entre apoyos: $l_{cal} = 29,25$ m.

Ancho de calzada: 7,45 m.

Ancho de vereda: 1,20 m.

Tipo estructural: Tramos independientes isostáticos con vigas prefabricadas precomprimidas, tablero de hormigón armado "in situ" y vigas de arriostramiento hormigonadas "in situ" y postesadas.

Número de vigas principales prefabricadas: 6 por tramo.

Separación entre ejes de vigas principales:

a- en dirección normal al eje del puente: 1,46 m.

b- en dirección según la oblicuidad: según cada tramo

Tipo de viga prefabricada (s/Res 85/73 de la SSOP de la Nación): IV

Oblicuidad entre eje del puente y ejes de pilares: según cada tramo

Carpeta de desgaste: Hº Sº 0,05 / 0,05 m.

Pendiente transversal: 2 % hacia borde exterior

I) SUPERESTRUCTURA

I.1) ANALISIS DE CARGAS

I.1.1) Cargas permanentes

a) Peso propio de cada viga prefabricada

$$g_v = 5031,3 \cdot 10^{-7} \cdot 2500 = \mathbf{1,26 \text{ t/m}}$$

b) Carga permanente por metro de puente

$$\text{b1) losa de calzada : } 7,45 \cdot 0,15 \cdot 2500 = 2793,75 \text{ kg/m}$$

$$\text{veredas } 1 \cdot (0,25 \cdot 1,20 \cdot 2500) = 1500 \text{ "}$$

$$g_1 = g_l = 4293,8 \text{ kg/m}$$

$$g_1 = g_l = \mathbf{4,29 \text{ t/m}}$$

b2) Carpeta de rodamiento: H° S°

$$\text{carpeta} = (0,05 + 0,05) / 2 \cdot 7,45 \cdot 2200 = 820 \text{ kg/m}$$

$$\text{barandas metálicas} = 50 \text{ "}$$

$$\text{barandas de H°: } 1 \cdot 0,3045 \cdot 2500 = 761,25 \text{ "}$$

$$g_2 = g_c = 1631 \text{ kg/m}$$

$$g_2 = g_c = \mathbf{1,63 \text{ t/m}}$$

c) Vigas transversales de arriostamiento

$$\text{cada viga} = 0,20 \cdot 1,20 \cdot 6,30 \cdot 2500 = 3780 = \mathbf{3,78 \text{ t}}$$

I.1.2) Sobrecargas

a) Sobrecarga reglamentaria s/Bases p. el calculo de puentes de H°A° DNV

$$\text{Coef. de impacto: } \phi = 1,204 \quad (p/l_{cal} = 29,25 \text{ m})$$

Tren tipo: A-30

Cargas de aplanadoras

$$P_t = 1,00 \cdot 2 \cdot 17 \text{ t} \cdot 1,204 = \mathbf{40,93 \text{ t}}$$

$$P_d = 1,00 \cdot 2 \cdot 13 \text{ t} \cdot 1,204 = \mathbf{31,30 \text{ t}}$$

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

Carga de muchedumbre

1) fuera de zona de aplanadoras:

$$p1 = 0,564 \text{ t/m}^2 * 7,45 * 1,2038 + 0,4 \text{ t/m}^2 * 1,20 * 1 = 5,54$$

2) en zona de aplanadoras:

$$p2 = 0,564 \text{ t/m}^2 * 2,45 * 1,2038 + 0,4 \text{ t/m}^2 * 1,20 * 1 = 2,14$$

I.2) VIGAS LONGITUDINALES PRINCIPALES

Longitud de viga: $lv \text{ (m)} = 30,00 - 2 * 0,10 = 29,8$

Longitud entre ejes de apoyos de vigas: $l \text{ (m)} = 29,8 - 2 * 0,275 = 29,25$

Se adopta $l_{cal} = 29,25 \text{ m}$.

I.2.1) Solicitaciones de flexión

a) Debido al peso propio de la viga: $M_{gv} = g_v * x / 2 * (l_c - x)$

$g_v = 1,26 \text{ t/m}$

| Sección | $M_{gv} \text{ (tm)}$ |
|---------|-----------------------|
| 1 | 48,43 |
| 2 | 86,09 |
| 3 | 112,99 |
| 4 | 129,14 |
| 5 | 134,52 |

b1) Debido a las cargas permanentes de losa de tablero

$g_l = 4,29 \text{ t/m}$

| Sección | Momentos flectores (tm) | |
|---------|-------------------------|--------------|
| | En total del Pte. | En cada viga |
| 1 | 165,31 | 27,55 |
| 2 | 293,89 | 48,98 |
| 3 | 385,73 | 64,29 |
| 4 | 440,83 | 73,47 |
| 5 | 459,20 | 76,53 |

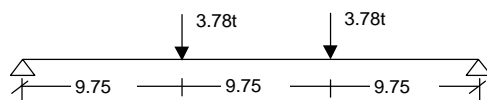
Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

b2) Debido a cargas permanentes de carpeta y barandas

g2= 1,63 t/m

| Sección | Momentos flectores (tm) | |
|---------|-------------------------|--------------|
| | En total del Pte. | En cada viga |
| 1 | 62,78 | 10,46 |
| 2 | 111,62 | 18,60 |
| 3 | 146,50 | 24,42 |
| 4 | 167,43 | 27,90 |
| 5 | 174,40 | 29,07 |

c) Debido a la viga de arriostramiento



| Sección | Momentos flectores (tm) | |
|---------|-------------------------|--------------|
| | En total del Pte. | En cada viga |
| 1 | 11,06 | 1,84 |
| 2 | 22,11 | 3,69 |
| 3 | 33,17 | 5,53 |
| 4 | 36,86 | 6,14 |
| 5 | 36,86 | 6,14 |

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

d) Debido a la sobrecarga reglamentaria, considerando el tren de cargas

Cargando las L. de l resulta

l= 29,25 m
 f= 1,00
 f * p'd= 1,00 * 31,30 = 31,3 t
 f * p't= 1,00 * 40,93 = 40,93 t

| Momentos flectores (tm) | | | |
|-------------------------|--------|-------------------|--------------|
| Sección | x(m) | En total del Pte. | En cada viga |
| 1 | 2,925 | 347,20 | 57,87 |
| 2 | 5,85 | 612,86 | 102,14 |
| 3 | 8,775 | 800,81 | 133,47 |
| 4 | 11,7 | 911,05 | 151,84 |
| 5 | 14,625 | 943,57 | 157,26 |

Resumen de solicitaciones de Flexión en cada viga

| Sección | Mgv (tm) | Mgl+Mg arriostr. (tm) | M(p+g2) (tm) |
|---------|-------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | 48,43 | 29,40 | 68,33 |
| 2 | 86,09 | 52,67 | 120,75 |
| 3 | 112,99 | 69,82 | 157,89 |
| 4 | 129,14 | 79,61 | 179,75 |
| 5 | 134,52 | 82,68 | 186,33 |

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

I.2.2) Cable medio adoptado

Fuerza definitiva: $V_{oo} = 323,4 \text{ t}$

Desarrollo parabólico con anclajes extremos sobre el eje baricéntrico:

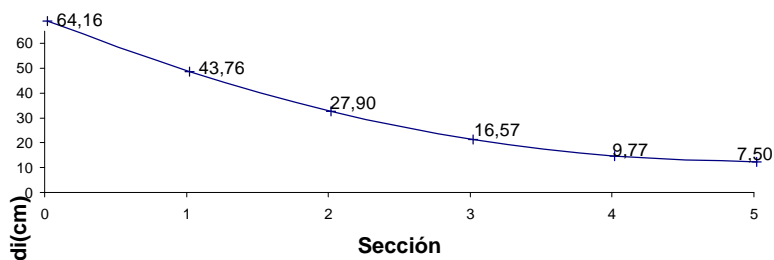
$$y = 4 f [(x/l)-(x/l)^2]$$

$f = e \text{ central} = 56,66 \text{ cm.}$

Resulta la siguiente ubicación del cable medio

| Sección | Excentricidad (cm) | d_i (cm) |
|---------|--------------------|------------|
| 0 | 0,00 | 64,16 |
| 1 | 20,40 | 43,76 |
| 2 | 36,26 | 27,90 |
| 3 | 47,59 | 16,57 |
| 4 | 54,39 | 9,77 |
| 5 | 56,66 | 7,50 |

Cable adoptado



A los efectos del cálculo de las características geométricas de la sección neta (teniendo en cuenta los huecos de las vainas) se prevén 5 cables de vainas de 60 mm. de diámetro cada una.

Las pérdidas de precompresión (a ajustar cuando se conozca las características del sistema de precompresión y del dosaje y materiales del hormigón) se estiman para este tipo de vigas en un 18 %

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

1.2.3) Características geométricas de la sección

Se calculan las características geométricas de las distintas secciones, considerando:

Estados de Cargas

Vinicial - g viga

g losa

g permanente - sobrecarga

Sección

Neta (huecos de vainas)

Homogeneizada (cables de testado)

Compuesta (viga + losa)

Características geométricas para los distintos estados de la sección

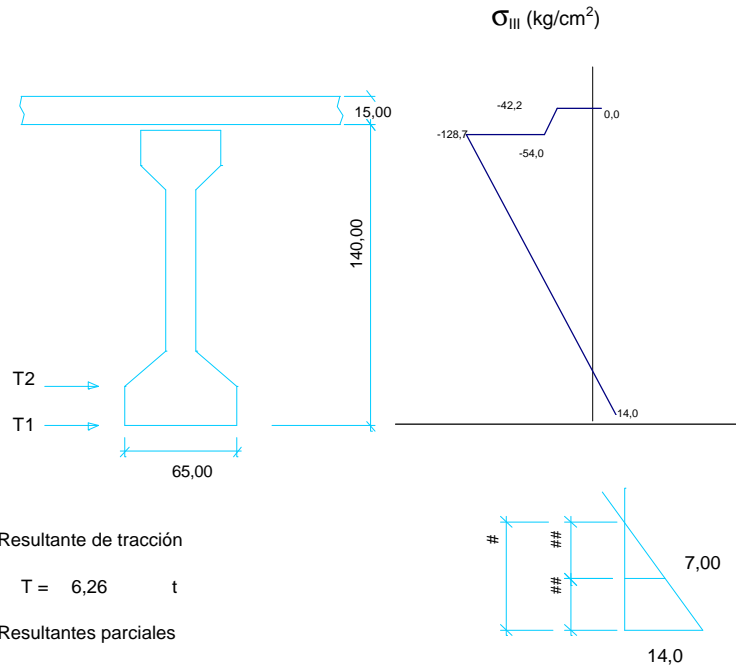
| ESTADO | | SECCION | | | | |
|---------------|-----------------------------------|---------|---|---|---|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Neta | $A_n(\text{cm}^2)$ | | | | | ##### |
| | $W_{s_n}(\text{cm}^3)$ | | | | | ##### |
| | $W_{i_n}(\text{cm}^3)$ | | | | | ##### |
| Homogeneizada | $W_{s_{\text{hom}}}(\text{cm}^3)$ | | | | | ##### |
| | $W_{i_{\text{hom}}}(\text{cm}^3)$ | | | | | ##### |
| Compuesta | $W_{s_h^c}(\text{cm}^3)$ | | | | | ##### |
| | $W_{i_h^c}(\text{cm}^3)$ | | | | | ##### |
| | $W_{s_h^c}(\text{cm}^3)$ | | | | | ##### |
| excentr. | e (cm) | | | | | 56,66 |

I.2.4) Tensiones resultantes para las distintas secciones en las fibras extremas.

| ESTADO | Fibra | Tensiones (kg/cm2) en secciones | | | | |
|-----------------------------|-------|---------------------------------|---|---|---|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| I (Vi-gv) | Sup. | | | | | -21,8 |
| | Inf. | | | | | -127,9 |
| II (Voo-gv-gl) | Sup. | | | | | -86,5 |
| | Inf. | | | | | -54,0 |
| III (Voo-gv-gl- p-gc) | Sup. | | | | | -128,7 |
| | Inf. | | | | | 14,0 |
| | Sup'. | | | | | -54,0 |
| | Sup". | | | | | -42,2 |

Las tensiones resultantes son menores que los límites admisibles (Cirsoc 201 cap. 26), para el caso de "Precompresión limitada" adoptado.

I.2.5) Absorción de la Cuña de tracciones en Estado de servicio (III)



| | | | | | | | |
|---------------|-------|---|--------|----|-------------------------------------|----------------------|--------------------|
| A1=se adopta: | Cant | 6 | ϕ | 10 | → $\sigma_{a1} = \frac{4692}{4,71}$ | = 996 | kg/cm ² |
| A2=se adopta: | Cant | 4 | ϕ | 10 | → $\sigma_{a1} = \frac{1564}{3,14}$ | = 498 | kg/cm ² |
| Adicional: | Cant. | 2 | ϕ | 8 | → | 1,01 cm ² | |

1.2.6) Verificación de la seguridad a la rotura por flexión

a) Estado de precompresión inicial

$$N_R = V_o = -381,6 \quad t$$

$$M_R = M_{gv} - V_o \cdot e_{0,5} = ##### - V_o \cdot 0,5666 = -81,70 \quad tm.$$

$$e_o = \frac{M_R}{N_R} = 0,214 \quad m.$$

 Area co-baricéntricas con N_R :

$$N'u = B \beta_R + A' \sigma_{ek} =$$

$$B_o = 3622 \quad cm^2$$

$$\sigma_{bk} = 300 \quad kg/cm^2$$

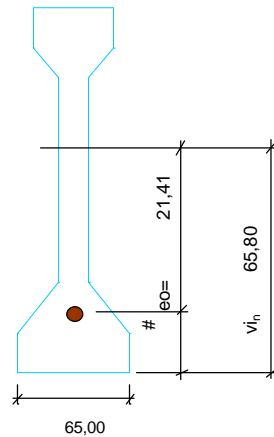
$$\beta_R = 230 \quad kg/cm^2$$

$$A' = 4,71 + 3,14 + 1,01 = 8,86 \quad cm^2$$

$$\sigma_{ek} = 4400 \quad kg/cm^2$$

$$N'u = ##### \quad t$$

$$\text{por lo tanto: } \gamma = \frac{872,11}{381,612} = 2,29 > 2,1$$



b) Estado de puente en servicio

A los efectos de la verificación,

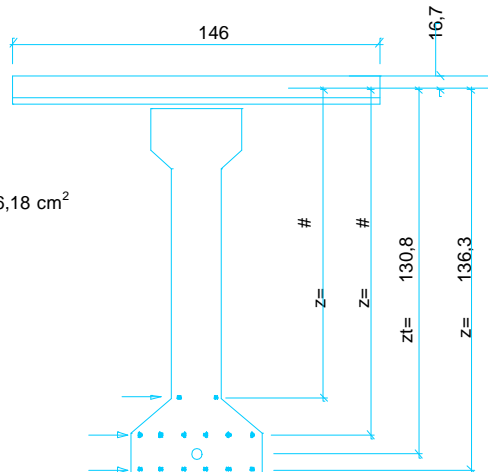
se supone el empleo de tensores

formados por 5 cables de

 24 $\phi 7mm$. cada uno con:

$$A_t = 5 \cdot 9,236 = 46,18 \quad cm^2$$

$$\sigma_{tr} = 17000 \quad kg/cm^2$$



$$\sigma_f = 0,83 \cdot 17000 = ##### \quad kg/cm^2$$

$$Z_{ut} = 46,18 \cdot 14,110 = ##### \quad t$$

$$Z_{ua} = (4,71 + 3,14 + 1,01) \cdot 4,2 = 37,21 \quad t$$

$$Z_u = 651,62 + 37,21 = ##### \quad t$$

$$B'u = Z_u = ##### \quad t$$

 Sección comprimida de H^0

 1) En losa: $h = 15,0 \quad cm$

 2) En viga: $h = 26,6$

Por lo tanto: distancia fuerza resultante compresión a borde superior aprox= 16,7 cm

$$M_u = \sum z_{ui} \cdot z_{ui} = 651,62 \cdot (1,31) + 19,79 \cdot (1,36) + 13,19 \cdot (1,18) + 4,22 \cdot (0,958) = ##### \quad tm$$

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

$$M_s = \Sigma M_i = 134,52 + 82,68 + 186,33 = ##### \text{ tm}$$

$$\text{por lo tanto } \gamma = \frac{898,95}{403,52} = 2,23 \geq 1,75$$

Los valores de los coeficientes de seguridad correspondientes a ambos estados son estimativos, debiendo ser calculados exactamente cuando se conozcan las características definitivas del sistema de compresión que se adopte.

I.2.7) Solicitaciones de corte.

a) Debidas al peso propio de cada viga ($g_v = 1,26 \text{ t/m}$); $Q_{gv} = g_l(1/2-x/l)$

| <u>Sección</u> | <u>(1/2-x/l)</u> | <u>Corte Q_{gv} (t)</u> |
|----------------|------------------|--------------------------------------|
| 0 | 0,5 | 18,40 |
| 1 | 0,4 | 14,72 |
| 2 | 0,3 | 11,04 |
| 3 | 0,2 | 7,36 |
| 4 | 0,1 | 3,68 |
| 5 | 0,0 | 0,00 |

b1) Debido a las cargas permanentes de losa de tablero ($g_1 = 4,29 \text{ t/m}$)

INGENIERIA ESTRUCTURAL

Ing. Roberto F. Igonikow
Ing. Enrique M. Sánchez
Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
Telefax: 0221-4525734
E-mail: igolsan@netverk.com.ar

Hoja N°:

| <u>Sección</u> | <u>(1/2-x/l)</u> | <u>Corte Qg1 (t)</u> | |
|----------------|------------------|--------------------------|---------------------|
| | | <u>En total del Pte.</u> | <u>En cada viga</u> |
| 0 | 0,5 | 62,80 | 10,47 |
| 1 | 0,4 | 50,24 | 8,37 |
| 2 | 0,3 | 37,68 | 6,28 |
| 3 | 0,2 | 25,12 | 4,19 |
| 4 | 0,1 | 12,56 | 2,09 |
| 5 | 0,0 | 0,00 | 0,00 |

b2) Debido a las cargas permanentes de carpeta y barandas (g2= 1,63 t/m)

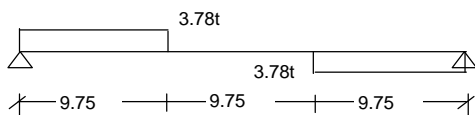
| <u>Sección</u> | <u>(1/2-x/l)</u> | <u>Corte Qg2 (t)</u> | |
|----------------|------------------|--------------------------|---------------------|
| | | <u>En total del Pte.</u> | <u>En cada viga</u> |
| 0 | 0,5 | 23,85 | 3,97 |
| 1 | 0,4 | 19,08 | 3,18 |
| 2 | 0,3 | 14,31 | 2,38 |
| 3 | 0,2 | 9,54 | 1,59 |
| 4 | 0,1 | 4,77 | 0,79 |
| 5 | 0 | 0,00 | 0,00 |

INGENIERIA ESTRUCTURAL

Hoja N°:

Ing. Roberto F. Igonikow
Ing. Enrique M. Sánchez
Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
Telefax: 0221-4525734
E-mail: igolsan@netverk.com.ar

c) Debido a las cargas de vigas de arriostramiento



| Secc. | Qarriostr.(t) en c/ viga |
|-------|-----------------------------|
| 0 | 0,63 |
| 1 | 0,63 |
| 2 | 0,63 |
| 3 | 0,63 |
| 4 | 0,00 |
| 5 | 0,00 |

En cada viga el corte vale la 1 / 6 parte

d) Debido a la sobrecarga reglamentaria, considerando el tren cargando las respectivas líneas de influencia

$$l = 29,25 \text{ m} \quad \overline{f} = 1,00$$

$$\overline{f} \cdot p't = 40,93 \text{ t} \cdot 1,00 = 40,93 \text{ t}$$

$$\overline{f} \cdot p'd = 31,30 \text{ t} \cdot 1,00 = 31,30 \text{ t}$$

$$p1 = 5,54 \text{ t/m}$$

$$p2 = 2,14 \text{ t/m}$$

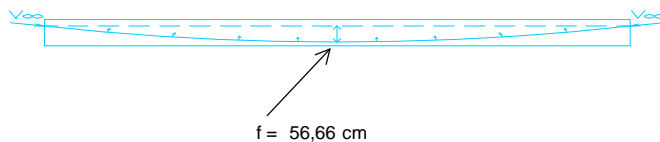
| Sección | Corte Qp (t) | | | | | | En c/ viga |
|---------|--------------------------|---------|-------|--------------------------|---------|--------|------------|
| | En total del Pte (sin f) | | | En total del Pte (con f) | | | |
| | por Apl | por Muc | Total | por Apl | por Muc | Total | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | | 0 | 0 | 0 | 69,015 | 66,886 | 135,90 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | -4,093 | -0,313 | -4,41 | -0,73 |
| | | 0 | 0 | 0 | 61,793 | 53,026 | 114,82 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | -11,24 | -1,36 | -12,59 | -2,10 |
| | | 0 | 0 | 0 | 54,57 | 40,786 | 95,36 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | -18,46 | -3,881 | -22,34 | -3,72 |
| | | 0 | 0 | 0 | 47,348 | 30,166 | 77,51 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | -25,68 | -8,023 | -33,70 | -5,62 |
| | | 0 | 0 | 0 | 40,125 | 21,165 | 61,29 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | -32,9 | -13,78 | -46,69 | -7,78 |
| | | 0 | 0 | 0 | 32,903 | 13,784 | 46,69 |

Ing. Roberto F. Igonnikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

Con el tren real y $\varphi = 1,204$, resulta en sección 0 (sin considerar f):

| Sección | En total del Pte | | | En cada viga |
|---------|------------------|------------|--------|--------------|
| | por Apl. | por Muched | Total | |
| 0 | 69,02 | 66,89 | 135,90 | 22,65 |

e) Corte producido por los cables curvos de tesado



$$Hf = qv \cdot l^2/8$$

por lo tanto $qv = 8 \cdot Hf / l^2 = 8 \cdot V_{00} \cdot f / l^2 = 1,713 \text{ t/m}$

| Sección | $(1/2 - x/l)$ | Corte $Q_{V_{00}} (t)$ |
|---------|---------------|------------------------|
| 0 | 0,5 | -25,06 |
| 1 | 0,4 | -20,05 |
| 2 | 0,3 | -15,03 |
| 3 | 0,2 | -10,02 |
| 4 | 0,1 | -5,01 |
| 5 | 0 | 0,00 |

INGENIERIA ESTRUCTURAL

Hoja N°:

Ing. Roberto F. Igonikow
Ing. Enrique M. Sánchez
Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
Telefax: 0221-4525734
E-mail: igolsan@netverk.com.ar

Resumen de solicitaciones de corte en cada viga

| Secc. | Qgv (t) | Q(g1+arr.)(t) | Qg2(t) | Qp (t) | Qvoo (t) Qvi (t) |
|-------|---------|---------------|--------|----------------|---------------------|
| 0 | 18,40 | 11,10 | 3,97 | 0,00 22,65 | -25,06 -29,57 |
| 1 | 14,72 | 9,00 | 3,18 | -0,73 19,14 | -20,05 -23,65 |
| 2 | 11,04 | 6,91 | 2,38 | -2,10 15,89 | -15,03 -17,74 |
| 3 | 7,36 | 4,82 | 1,59 | -3,72 12,92 | -10,02 -11,83 |
| 4 | 3,68 | 2,09 | 0,79 | -5,62 10,22 | -5,01 -5,91 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -7,78 7,78 | 0,00 0,00 |

Estados de cargas

| Sección | Estado I (gv+Vi) | Estado II (gv+Voo+g1) | Estado III (gv+Voo+g1)+(p+g2) |
|---------|---------------------|--------------------------|----------------------------------|
| 0 | -11,17 | 4,43 | 31,06 |
| 1 | -8,94 | 3,67 | 25,99 |
| 2 | -6,70 | 2,91 | 21,19 |
| 3 | -4,47 | 2,15 | 16,66 |
| 4 | -2,23 | 0,76 | 11,77 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 7,78 |

I.2.8) Tensiones principales en las vigas prefabricadas

Se realiza el estudio de la sección crítica 1, a l/10 del apoyo.

Las fibras analizadas corresponden a los extremos del alma de la viga.

Para la fibra a-a se analiza

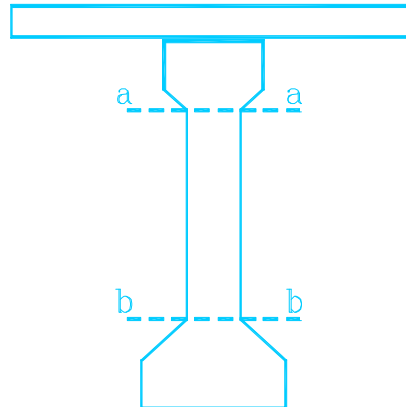
el Estado I (pretensión inicial)

con características de la sección
bruta, con suficiente aproximación.

Para la fibra b-b se analiza

el Estado III (servicio) con

características de la sección
compuesta.



Datos para Estado I

Vo = ##### kg
e_{0.1} = 20,40 cm
Mgv = 48,43 tm
Qgv = 14716 kg
Qvo = ##### kg
An = ##### cm²
W^a_n = ##### cm³
Jn = ##### cm⁴
ba = 20 cm
S^a_n = 89285 cm³

Datos para Estado III

k = 1,18
Mg^{l+a} = 29,40 tm
Mgc = 10,46 tm
Mp = 57,87 tm
Qg^{l+a} = 9003 kg
Qgc = 3180 kg
Qp = 19136 kg
W^b_n = ##### cm³
W^b_c = ##### cm³
Jc = ##### cm⁴
S^b_n = ##### cm³
S^b_c = ##### cm³

Ing. Roberto F. Igolnikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

Resultados para fibra a-a

$$S \quad S^a_I = 0,20 \text{ kg/cm}^2$$

$$q^a = 3,14^\circ$$

Resultados para fibra b-b

$$S \quad S^b_I = 1,57 \text{ kg/cm}^2$$

$$q^b = -9,8^\circ$$

Resulta definitiva la tracción principal en fibra b-b p/ el Estado III (servicio)

Estribos necesarios

$$A_{est} = 1,57 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{20}{2400 \text{ kg/cm}^2} \times \frac{100}{100} = \underline{1,31 \text{ cm}^2/\text{m}}$$

Se adopta en esta sección estribos de 2 ramas 1 ϕ 10 c/ 20

(requeridos por su funcionamiento como conectores), que proveen 7,854 cm²/m

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

I.2.9) Conectores entre vigas y losa "in situ"

En fibra de contacto

$$H = t \times b = t \times 146 \text{ cm}$$

$$t = Q(p+c) \times S / (J \times b)$$

Para sección compuesta

$$J = J_c = \text{#####} \text{ cm}^4$$

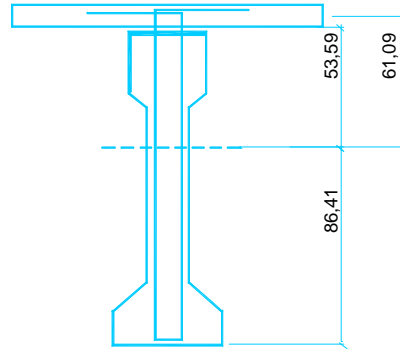
$$b = 146 \text{ cm}$$

$$S = 15 \times 146 \times 61,09 = \text{#####} \text{ cm}^3$$

$$(S / J \times b) = \text{#####} \times 10^{-5}$$

$$H = Q(p+c) \times \text{#####} \times 10^{-5} \times 146 = 0,006 \quad Q(p+gc)$$

$$A_{\text{conec}} = \frac{H \times 100}{\bar{\sigma}_a} = \frac{0,00565272}{2400} \quad Q(p+c) \times 100 = 0,00023553 \quad Q(p+gc)$$



| Sección | Q (p+c) (kg) | A conect (cm2/m) | 2 ramas adopt. | |
|---------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------|
| | | | Estribos de φ | Separación (cm) |
| 0 | 26625 | 6,27 | 10 | 15 |
| 1 | 22316 | 5,26 | 10 | 20 |
| 2 | 18278 | 4,30 | 8 | 15 |
| 3 | 14509 | 3,42 | 8 | 20 |
| 4 | 11010 | 2,59 | 8 | 20 |
| 5 | 7781 | 1,83 | 8 | 20 |

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

I.2.10) Reacciones por cada viga

$$\text{pp de la viga: } 1,26 \text{ t/m} \times \frac{29,80}{2} = 18,74 \text{ t}$$

$$\text{Losa de calzada y veredas} = \left(4,29 \text{ t/m} \times \frac{29,80}{2} \right) \times \frac{1}{6} = 10,66 \text{ t}$$

$$\text{Vigas de arriostramiento} = \left(3,78 \times 4 \right) \times \frac{1}{2 \times 6} = 1,26 \text{ t}$$

$$11,92 \text{ t}$$

$$\text{Carp. rodam., barandas} = \left(1,63 \text{ t/m} \times \frac{29,80}{2} \right) \times \frac{1}{6} = 4,05 \text{ t}$$

$$\text{Rg} = 34,71 \text{ t}$$

$$\text{Sobrecarga útil reglamentaria (con impacto y } \bar{f}): \quad \text{Rp} = 22,75 \text{ t}$$

$$22,65 + \left(2,14 \text{ t/m} \times \frac{0,275}{6} \right) = 22,75 \text{ t}$$

$$\text{Total Rq} = 57,46 \text{ t}$$

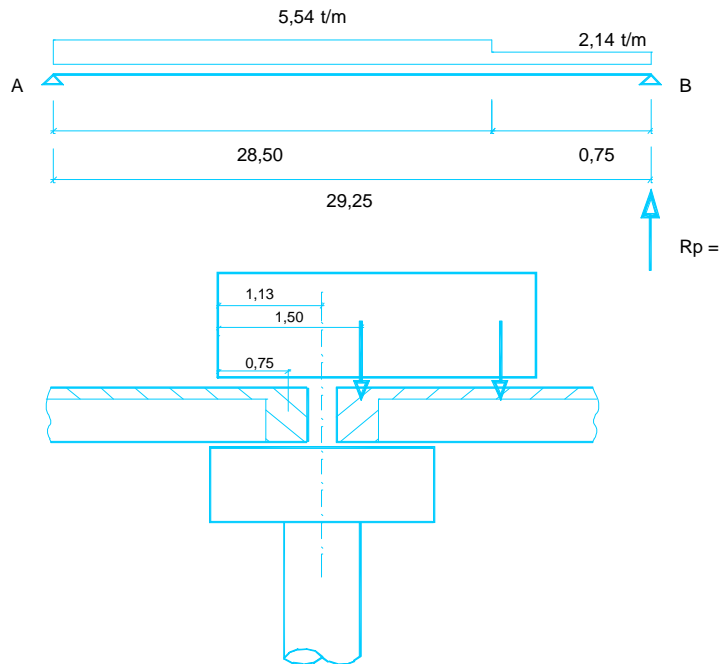
Reacción por sobrecarga útil reglamentaria (sin impacto):

$$\phi \text{Rp} = 22,65 \text{ t} + \left(2,14 \text{ t/m} \times \frac{0,275}{6} \right) = 22,75 \text{ t}$$

22,75 t corresponde al tren real sin considerar \bar{f}

$$\text{por lo tanto, } \text{Rp} \approx \frac{22,75}{1,204} = 18,9 \text{ t}$$

Reacción por sobrecarga de muchedumbre en tramo adyacente



Para el total del Puente.

$$S \quad R_{Bp}(\text{con impacto}) = \left(5,54 \times \frac{29,25}{2} - 3,39 \times 0,75 \times \frac{28,88}{29,25} \right) + 2,14 \text{ t/m} \times 0,275 = 79,06 \text{ t}$$

$$R_{Bp}(\text{sin impacto}) = 65,68 \text{ t}$$

Para cada viga

S

$$R_{Bp}(\text{con impacto}) = 13,18 \text{ t}$$

$$R_{Bp}(\text{sin impacto}) = 10,95 \text{ t}$$

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

I.3) VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO TRANSVERSAL

Según "La flexión transversal en tableros de puentes y un procedimiento aproximado para el cálculo de las vigas de arriostramiento", inf. *R. Igonikow* - Revista N°74 de la DVBA, resulta:

$$S \quad k^+ \text{ aprox.} = 1,65 \times b = 1,65 \times \left(\frac{7,45}{2} \right) = 6,146 \text{ t/m}$$

$$k^- \text{ aprox.} = \underset{(a=1,20 \text{ m})}{2,05} \times b = 2,05 \times \left(\frac{7,45}{2} \right) = 7,64 \text{ t/m}$$

Parámetros de rigidez del tablero:

$$\alpha = 0,025$$

$$\theta = 0,2$$

$$B = 7,45$$

Resulta

$$m y^+ = 0,415 \times 6,146 = 2,55 \text{ tm/m}$$

$$m y^- = 0,415 \times 7,64 = -3,17 \text{ tm/m}$$

Momentos máximos totales

- en vigas de arriostramiento interiores

$$M y^+ = 0,276 \times 29,25 \times 2,55 = 20,592 \text{ tm}$$

$$M y^- = 0,276 \times 29,25 \times -3,17 = -25,58 \text{ tm}$$

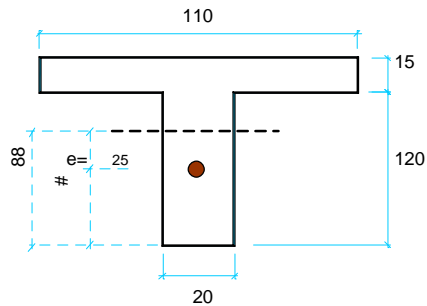
- en vigas de arriostramiento extremas

$$M y^+ = 0,043 \times 29,25 \times 2,55 = 3,21 \text{ tm}$$

$$M y^- = 0,043 \times 29,25 \times -3,17 = -3,99 \text{ tm}$$

a) Vigas de arriostramiento interiores

F = 4050 cm²
v_i = 87,50 cm
v_s = 47,50 cm
J = ##### cm⁴
W_i = 84182 cm³
W_s = ##### cm³



Valores adoptados para la fuerza de precompresión transversal.

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{00} = 53800 \text{ kg} \\ e = 25 \text{ cm} \end{array} \right.$$

Tensiones resultantes

En Estado inicial (I)

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_s^I = -5,31 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_I^I = -34,77 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

En Estado de servicio (III)

1º) Para M⁺_{pmax} = 20,59 tm

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_s^{III} = -17,78 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_I^{III} = -5,01 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

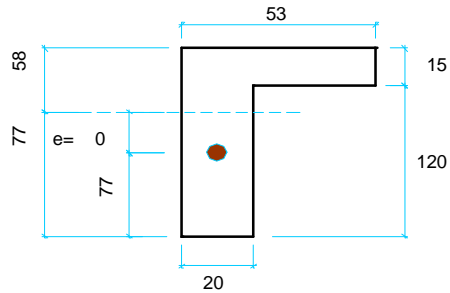
2º) Para M⁻_{pmin} = -25,58 tm

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_s^{III} = 12,00 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_I^{III} = -59,86 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

b) Vigas de arriostramiento extremas

F = 3195 cm²
 v_i = 76,80 cm
 v_s = 58,20 cm
 J = ##### cm⁴
 W_i = 73127 cm³
 W_s = 96485 cm³



Valores adoptados para la fuerza de precompresión transversal

$$\begin{cases} V_{00} = 40000 & \text{kg} \\ e = & 0 \text{ cm} \end{cases}$$

Tensiones resultantes

En Estado inicial (I)

$$\begin{cases} \sigma_s^I = -15,02 & \text{kg/cm}^2 \\ \sigma_i^I = -15,02 & \text{kg/cm}^2 \end{cases}$$

En Estado de servicio (III)

1º) Para M⁺_{pmax} = 3,21 tm

$$\begin{cases} \sigma_s^{III} = -15,84 & \text{kg/cm}^2 \\ \sigma_i^{III} = -8,13 & \text{kg/cm}^2 \end{cases}$$

2º) Para M⁻_{pmin} = -3,99 tm

$$\begin{cases} \sigma_s^{III} = -8,39 & \text{kg/cm}^2 \\ \sigma_i^{III} = -17,97 & \text{kg/cm}^2 \end{cases}$$

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

I.4) LOSA DE TABLERO

a) Análisis de cargas

a.1) Cargas permanentes

- En calzada

$$\begin{aligned} \text{losa} &= 0,15 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 375 \text{ kg/m}^2 \\ \text{carpeta, promed.} &= 0,05 \times 2200 \text{ kg/m}^3 = 110 \text{ kg/m}^2 \\ g &= \frac{375 + 110}{1000} = 0,485 \text{ kg/m}^2 \\ g &= 0,49 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- En veredas

$$\begin{aligned} \text{losa prom.} &= 0,25 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 625 \text{ kg/m}^2 & 0,63 \text{ t/m}^2 \\ \text{baranda de H}^\circ & & 0,76 \text{ t/m} \\ \text{baranda metálica aprox.} & & 0,05 \text{ t/m} \end{aligned}$$

a.2) Sobrecarga

1º) Aplanadoras

Rodillo delantero

$$\begin{aligned} 0,8 \times 13 \text{ t} \times 1,4 / (1,20 + 0,05 \times 2) \times (0,1 + \\ + 0,05 \times 2 + \frac{2}{3} \times 1,46) = 9,55 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- Cada rodillo trasero

$$\begin{aligned} 0,8 \times 8,5 \text{ t} \times 1,4 / (0,5 + 0,05 \times 2) \times (0,1 + \\ + 0,05 \times 2 + \frac{2}{3} \times 1,46) = 13,52 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

2º) Muchedumbre

- En calzada

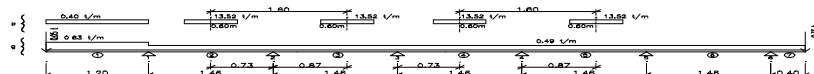
$$p = 0,564 \text{ t/m}^2 \times 1,4 = 0,79 \text{ t/m}^2$$

- En veredas

$$p = 0,4 \text{ t/m}^2$$

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

b) Solicitaciones



Para los momentos máximos s/ apoyos se considera el redondeo de la parábola para un ancho de apoyo de 0,50 m. y considerando apoyo no monolítico (caso más conservador).

c) Dimensionado

d = 0,15 m h = 0,13 m b = 1,00 m

| Sección | Mmax (tm/m) | As | cara | adoptado (cm ² /m) | Observaciones |
|----------------|----------------|------|------|----------------------------------|-------------------|
| Apoyo 1-2 | -667 | 2,24 | sup. | | 1φ8c/15 |
| Centro tramo 2 | 1450 | 4,98 | inf. | | 1φ10c/15 |
| | -616 | 2,07 | sup. | | 1φ8c/15 |
| Apoyo 2-3 | -1238 | 4,23 | sup. | 1φ8c/15 | Caballote 1φ8c/30 |
| Centro tramo 3 | 1394 | 4,78 | inf. | | 1φ10c/15 |
| | -350 | 1,16 | sup. | | 1φ8c/15 |
| Apoyo 3-4 | -1189 | 4,06 | sup. | 1φ8c/15 | Caballote 1φ8c/30 |
| Centro tramo 4 | 1230 | 4,20 | inf. | 1φ10c/15 | |
| | -470 | 1,57 | sup. | 1φ8c/15 | |
| Apoyo 4-5 | -1163 | 3,97 | sup. | 1φ8c/15 | Caballote 1φ8c/30 |
| Centro tramo 5 | 1296 | 4,43 | inf. | 1φ10c/15 | |
| | -350 | 1,16 | sup. | 1φ8c/15 | |
| Apoyo 5-6 | -1280 | 4,38 | sup. | 1φ8c/15 | Caballote 1φ8c/30 |
| Centro tramo 6 | 1521 | 5,23 | inf. | 1φ10c/15 | |
| | -450 | 1,50 | sup. | | 1φ8c/15 |
| Apoyo 6-7 | -244 | 0,81 | sup. | | 1φ8c/15 |

Armadura de repartición

inferior: 1φ8c/20
 superior: 1φ8c/20

I.5) ACCIONES HORIZONTALES

I.5.1) Acción transversal del viento

a) A puente vacío

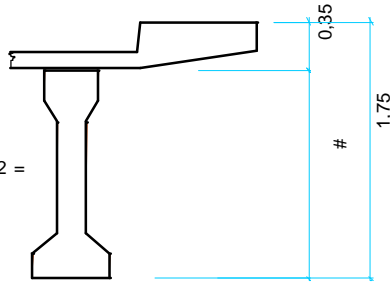
Sobre cada tramo

$$1,75 \times 30,00 \times 250 \text{ kg/m}^2 = \\ = 13125 \text{ kg/tramo}$$

b) A puente cargado

$$(1,75 + 2,00) \times 30,00 \times 150 \text{ kg/m}^2 = \\ = 16875 \text{ kg/tramo}$$

Se adopta: 16,88 t/tramo



I.5.2) Acción longitudinal de frenado

$$F1 = \frac{1}{25} \times 0,564 \text{ t/m}^2 \times 7,45 \times 30,00 = 5,0 \text{ t}$$

$$F2 = 0,15 \times 2 \times 30 \text{ t} = 9,0 \text{ t}$$

Se adopta: F = 9,0 t/tramo

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

I.5.3) Acciones Sísmicas

Según Normas Antisísmicas Argentinas (NAA/80-INPRES)

I.5.3.1) Acciones sobre topes antisísmicos

a) Coef. Sísmico p/ Zona 2 : $C_o = 0,05$

b) Fuerza Sísmica horizontal (8.1.1-pg.32)

$$F_{sh} = C \cdot Q$$

con:

$$C = C_o \cdot \gamma_d \cdot \gamma_e \cdot S$$

- de Tabla 13 (pg.33): $\gamma_d = 1,50$

- de 8.1.3 (pg.34) y Tabla 4 (pg.9), p/ Construcc. Tipo 2 : $\gamma_e = 1,4$

- de 8.1.4 (pg.34) y 3.2.1.1.e (pg.10), p/ Suelos $\sigma_{ad} \geq 5.0 \text{ kg/cm}^2$ (tipo 1), considerando $T \leq 0.2 \text{ seg.}$: $S = S_{\max} = 0,8$

$$\text{por lo tanto, } C = 0,05 \cdot 1,50 \cdot 1,4 \cdot 0,8 = 0,084$$

$$Q = G + p \cdot P \quad (\text{p/ la Superestructura})$$

- de Tabla 14 (pg.33) p/ Puentes Carreteros:
 en direcc. longit.: $p = 0 \%$
 en direcc. transv. : $p = 25 \%$

- En c/ pilar

$$G = \text{carga permanente de Superestr.} = 34,71 \text{ t/viga} \cdot 6 = \text{#####} \text{ t}$$

$$P = \text{sobrecarga (sin } \varphi) = 18,9 \text{ t/viga} \cdot 6 = \text{#####} \text{ t}$$

por lo tanto,

$$\text{en direcc. longit. : } Q = \text{#####} \text{ t}$$

$$\text{en direcc. transv. : } Q = 208,28 + 0,25 \cdot 113,4 = \text{#####} \text{ t}$$

Ing. Roberto F. Igonikow
 Ing. Enrique M. Sánchez
 Calle 63 N° 676 - (1900) La Plata
 Telefax: 0221-4525734
 E-mail: igolsan@netverk.com.ar

c) Topes antisísmicos

Resultado sobre los topes antisísmicos de c/ pilar:

$$\text{Fsh longit} = 0,084 * 208,28 = 17,50 \text{ t}$$

$$\text{Fsh transv} = 0,084 * 236,63 = 19,88 \text{ t}$$

- Sobre cada tope antisísmico transversal (y su placa lateral de apoyo):

$$\text{Fsh transv} = \underline{19,88} \text{ t}$$

- Sobre cada tope antisísmico longitudinal (y su placa de apoyo), considerando un tope en c/ viga:

$$\text{Fsh long.} = 17,50 * 2 = 34,99 \text{ t}$$

(la fuerza total longitudinal es absorbida por un solo pilar, pues los topes no trabajan a tracción)

por lo tanto en c/ tope:

$$\text{Fsh long.} = 34,99 / 6 = \underline{5,8319} \text{ t}$$

I.5.3.2) Acciones sobre los pilares.

Se agrega el peso propio del pilar

$$\text{Gpil. z} = 14,62 \text{ m}^3 * 2,5 \text{ t/m}^3 = 36,6 \text{ t}$$

por lo tanto,

$$\text{Fsh pil.} = 36,55 * 0,084 = 3,0702 \text{ t}$$

Fuerza longitudinal total sobre cada pilar

$$\text{Fsh} = \underbrace{17,50 * 2}_{\text{de superestr.}} + 3,07 = 38,06 \text{ t}$$