

**PROVINCIA DE
ENTRE RÍOS**



**CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES**

**“PLAN MAESTRO DE READECUACION
PORTUARIA DEL PUERTO DE CONCEPCION DEL
URUGUAY”**

MEMORIA DE CALCULO TABLESTACADO

ABRIL 2022

ING.CIVIL LORENA BROCHE

Verificaciones Estructurales

Modelo de Cálculo

Se modeló utilizando el programa SAP2000 la estructura de la tablestaca. Se modeló la estructura con elementos tipo frame, y se colocaron resortes horizontales para representar la interacción entre la estructura y el suelo, un resorte en la ubicación del tensor y un apoyo fijo en la punta de la tablestaca.

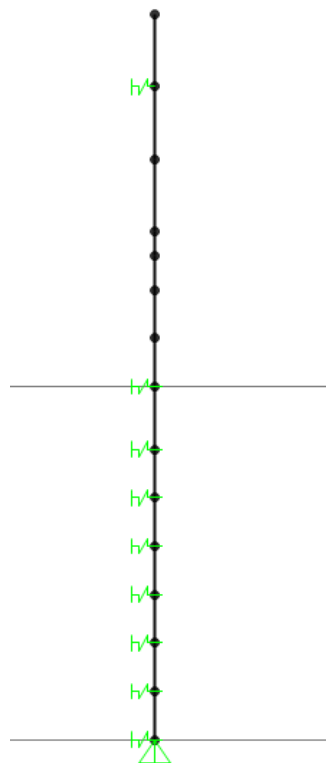


Fig. 1: Vista General sin cargas de la Tablestaca.

Los valores de coeficiente de balasto horizontal del suelo (k_h), se obtienen de los estudios de suelos, para modelar los resortes.

Considerando un ancho de 1,00m, se obtienen entonces los siguientes valores para el modelo de cálculo:

Cota Nivel	a	b	Kh (t/m)
5	1	1	2000
4	1	1	2000
3	1	1	2000
2	1	1	2000
1	1	1	2000
0	1	1	2000
-1	1	1	2000
-2	1	1	2000
-3	1	1	2000
-4	1	1	2000
-5	1	1	2000
-6	1	1	7000
-7	1	1	7000
-8	1	1	7000
-9	1	1	7000

Verificación Estructural

Tablestaca

Se adopta la tablestaca con un perfil AZ 18-700

$$h = 0,42 \text{ m}$$

$$b = 0,70 \text{ m}$$

$$A = 139 \text{ cm}^2/\text{m} = 0,0139 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$W = 1800 \text{ cm}^3/\text{m} = 0,0018 \text{ m}^3/\text{m}$$

Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

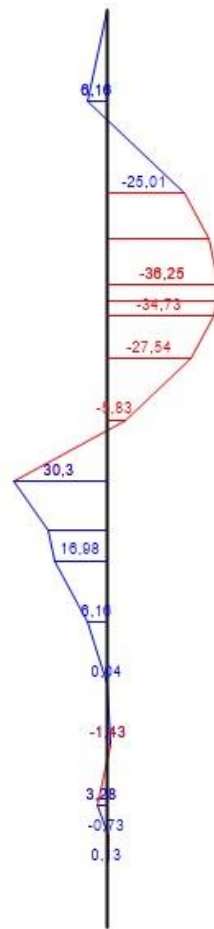


Fig. 2: Momento Máximo.



Fig. 3: Reacción Máxima en anclaje.

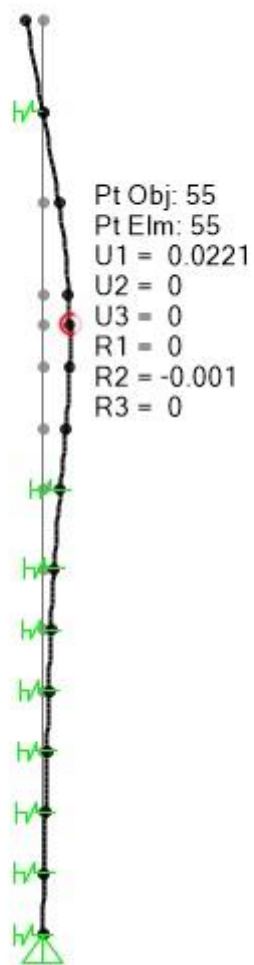


Fig. 4: Deformación Máxima.

Dimensionamiento

$M_u = 36 \text{ tm}$

Flexión

φ	$f_y \text{ (t/cm}^2\text{)}$	$W \text{ (cm}^3\text{/m)}$	$M_n \text{ (tm)}$	$\varphi M_n \text{ (tm)}$	$M_u \text{ (tm)}$	Verifica
0,9	3,55	1800,0	64	58	36	Verifica

Verificación de deformación

$L_0 = 12,00 \text{ m}$

distancia entre apoyos

$\delta_{\max} = 0,0221 \text{ m} = 2,21 \text{ cm}$

$\delta_{\text{adm}} = L_0 / 300 = 1200 \text{ cm} / 300 = 4,00 \text{ cm} > 2,21 \text{ cm}$

VERIFICA

Tensor

Se proponen tensores de acero ubicados cada 1,20 m y a 1,50 m de profundidad.

$$P = 22 \text{ t/m}$$

$$P_t = 22 \text{ t/m} \times 1,20 \text{ m} = 26,40 \text{ t}$$

$$y_{gt} = 1,50 \text{ m}$$

Se adoptan $2 \phi 1" \frac{1}{4}$ (15,83 cm²)

Se considera una sección efectiva de un 80% de la sección nominal en la parte roscada, y un coeficiente de seguridad de 2,00. **La protección prevista para los tensores consiste en caños de PVC inyectados con lechada de cemento.**

$$A_s = 0,80 \times 15,83 \text{ cm}^2 = 12,70 \text{ cm}^2$$

γ	f_y (t/cm ²)	A_s (cm ²)	T_y (t)	T_{adm} (t)	T_s (t)	Verifica
2	4,2	12,7	53	27	26	Verifica

Pantalla de Anclaje

$$e = 0,60 \text{ m}$$

$$h = 2,50 \text{ m}$$

$$b_0 = 1,20 \text{ m} \quad \text{separación tensores}$$

$$A = 3,00 \text{ m}^2$$

$$y_{gm} = 2,50 \text{ m}$$

Verificación de las tensiones en el suelo

$$P = 22 \text{ t/m}$$

$$P_t = 22 \text{ t/m} \times 1,20 \text{ m} = 26,40 \text{ t}$$

$$\sigma_s = 26,40 \text{ t} / 3,00 \text{ m}^2 = 8,80 \text{ t/m}^2$$

Se calcula la resistencia del suelo, igual al empuje pasivo

Profundidad (m)	γ_h (t/m ³)	σ'_v (t/m ²)	k_p	σ'_h (t/m ²)
1,25	2,00	2,50	3,69	9,23
3,75	2,00	7,50	3,69	27,68

Tomando una tensión de

$$\sigma = (9,23 \text{ t/m}^2 + 27,68 \text{ t/m}^2) / 2 = 18,45 \text{ t/m}^2$$

Se considera un Factor de Seguridad de 1,50, resultando

$\sigma \text{ (t/m}^2\text{)}$	FS	$\sigma_{adm} \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\sigma_s \text{ (t/m}^2\text{)}$	Verifica
18,45	1,50	12,30	8,80	Verifica

El suelo de relleno será compactado en capas de 30 cm con Proctor densidad HRB 98%.

Verificación Estructural

$$q = 8,80 \text{ t/m}^2$$

Solicitaciones

En dirección longitudinal

$$M_l = (8,80 \text{ t/m}^2 \times 2,50 \text{ m}) \times (1,20 \text{ m})^2 / 8 = 3,96 \text{ tm}$$

$$Q_l = (8,80 \text{ t/m}^2 \times 2,50 \text{ m}) \times 1,20 \text{ m} = 26,40 \text{ t}$$

$$M_{lu} = 1,60 \times 3,96 \text{ tm} = 6,34 \text{ tm}$$

$$Q_{lu} = 1,60 \times 26,40 \text{ t} = 42,24 \text{ t}$$

En dirección vertical

$$M_v = 8,80 \text{ t/m}^2 \times (2,50 \text{ m} / 2)^2 / 2 = 6,88 \text{ tm/m}$$

$$Q_v = 8,80 \text{ t/m}^2 \times 2,50 \text{ m} / 2 = 11,00 \text{ t/m}$$

$$M_{vu} = 1,60 \times 6,88 \text{ tm/m} = 11,00 \text{ tm/m}$$

$$Q_{vu} = 1,60 \times 11,00 \text{ t/m} = 17,60 \text{ t/m}$$

Dimensionamiento

Dirección Longitudinal

$$M_u = 6,34 \text{ tm}$$

$$Q_u = 42,24 \text{ t}$$

Flexión

Se adopta Armadura

12 ϕ 16 (24,1 cm²)

ϕ	$f_y \text{ (t/cm}^2\text{)}$	$d \text{ (m)}$	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	T (t)	β	$M_n \text{ (tm)}$	$\phi M_n \text{ (tm)}$	$M_u \text{ (tm)}$	Verifica
0,9	4,2	0,52	24,1	101	0,85	45	40	6	Verifica

Corte

ϕ	f_c' (MPa)	b_w (m)	d (m)	V_u (t)	V_n (t)	V_c (t)	V_s (t)
0,75	35	2,5	0,52	42	56,32	128,55	No Necesaria

Se adopta armadura $2 e^\circ \phi 16$ c/20cm (40,2 cm²/m)

Dirección Vertical

$M_u = 11,00$ tm/m

$Q_u = 17,60$ t/m

Flexión

Armadura $\phi 20$ c/20 (15,71 cm²/m)

ϕ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ² /m)	T (t)	β	M_n (tm/m)	ϕM_n (tm/m)	M_u (tm/m)	Verifica
0.9	4.2	0.52	15.71	66	0.85	29.24	26.32	11.00	Verifica

ϕ	f_c' (MPa)	b_w (m)	d (m)	V_u (t)	V_n (t)	V_c (t)	V_s (t)
0,75	35	1	0,52	18	23,47	51,42	No Necesaria

No se necesita colocar armadura de corte.

Verificación de punzonado

Se verifica punzonado sobre en la losa ante la carga transmitida por el tensor.

$P = 26,40$ t en punto de anclaje de tensor

$e = 60$ cm

$a = 20,00$ cm

$a_{med} = 0,80 \times (20 \text{ cm} + 60 \text{ cm}) = 64 \text{ cm}$

Perímetro medio $= 4 \times 64 \text{ cm} = 256 \text{ cm}$

$h = 60 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 55 \text{ cm}$

f'_c (kg/cm ²)	P (t)	Perim med (m)	h (m)	A_p (m ²)	ζ_p (t/m ²)	ζ_p (kg/cm ²)	ζ_{adm} (kg/cm ²)	Verifica
350	26,40	2,56	0,55	1,41	18,75	1,88	8,42	Verifica

Resumen de armado:

Armadura Longitudinal

$\phi 16$ c/20cm ambas caras

Estribos

$2e^\circ \phi 16$ c/20cm (internos)+1
estribo perimetral $1 e^\circ$. $\phi 20$
c/20cm

Viga de Coronamiento

Verificación Estructural

$$h = 1,00 \text{ m}$$

$$b = 0,80 \text{ m}$$

$$\text{rec} = 5 \text{ cm}$$

Solicitaciones

En dirección horizontal

$$M = 22 \text{ t/m} \times (1,20 \text{ m})^2 / 8 = 4,00 \text{ tm}$$

$$Q = 22 \text{ t/m} \times 1,20 \text{ m} / 2 = 13,20 \text{ t}$$

Dimensionamiento

$$M_u = 4,00 \text{ tm} \times 1,60 = 6,40 \text{ tm}$$

$$Q_u = 13,20 \text{ t} \times 1,60 = 21,12 \text{ tm}$$

Flexión

Se adopta Armadura

$$8 \phi 20 (25,1 \text{ cm}^2)$$

ϕ	$f_y \text{ (t/cm}^2\text{)}$	$d \text{ (m)}$	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$T \text{ (t)}$	β	$M_n \text{ (tm)}$	$\phi M_n \text{ (tm)}$	$M_u \text{ (tm)}$	Verifica
0,9	4,2	0,72	25,1	106	0,65	50	45	6	Verifica

Corte

ϕ	$f_c' \text{ (MPa)}$	$b_w \text{ (m)}$	$d \text{ (m)}$	$V_u \text{ (t)}$	$V_n \text{ (t)}$	$V_c \text{ (t)}$	$V_s \text{ (t)}$
0,75	35	1	72,15	21	28,16	71,14	No Necesaria

Se adopta armadura

$$2 \text{ e}^\circ \phi 16 \text{ c/20cm (40,2 cm}^2\text{/m)}$$

Resumen de armado:

Armadura Superior $9 \phi 20$

Armadura Inferior $9 \phi 20$

Armadura de piel $8 \phi 20$ en cada cara

Estribos $1 \text{ e}^\circ \phi 16 \text{ c/20cm}$ perimetral
+ $1 \text{ e}^\circ \phi 16 \text{ c/20cm}$ interior