

**PROVINCIA DE  
ENTRE RÍOS**



**CONSEJO FEDERAL  
DE INVERSIONES**

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

**MEMORIA DE CALCULO MUELLE BARCACERO**

**ABRIL 2022**

**ING.CIVIL LORENA BROCHE**

## ÍNDICE GENERAL

<b>MODELOS Y VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL.....</b>	<b>1</b>
1. LOSA.....	1
2. LOSA DE APROXIMACIÓN.....	3
3. VIGAS PREMOLDEADAS (VIGAS PI).....	4
4. VIGA DE BORDE.....	6
5. PÓRTICOS DE APOYO.....	9

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1: VISTA GENERAL DE VIGA PREMOLDEADA SIN CARGAS.....	4
FIG. 2: MOMENTO Y CORTE MÁXIMOS.....	5
FIG. 3: VISTA GENERAL SIN CARGAS VIGA DE BORDE.....	6
FIG. 4: MOMENTO Y CORTE MÁXIMO.....	7
FIG. 5: MOMENTO MÁXIMO EN APOYO.....	8
FIG. 6: VISTA GENERAL SIN CARGAS DE PÓRTICO DE APOYO.....	10
FIG. 7: MOMENTO MÁXIMO Y CORTE EN APOYO CENTRAL.....	12
FIG. 8: MOMENTO Y CORTE MÁXIMO EN APOYO EXTREMO LADO SUELO.....	12
FIG. 9: MOMENTO Y CORTE MÁXIMO EN APOYO EXTREMO LADO RIACHO.....	13
FIG. 10: MOMENTO MÁXIMO EN TRAMO SUELO.....	13
FIG. 11: MOMENTO MÁXIMO Y CORTE EN APOYO CENTRAL. ETAPA CONSTRUCTIVA.....	14
FIG. 12: MOMENTO MÁXIMO EN TRAMO. ETAPA CONSTRUCTIVA.....	14
FIG. 13: MOMENTO MÁXIMO SUPERIOR.....	17
FIG. 14: ESFUERZO NORMAL SUPERIOR.....	18
FIG. 15: MOMENTO MÁXIMO EN TRAMO.....	18
FIG. 16: ESFUERZO NORMAL EN TRAMO.....	19
FIG. 17: ESFUERZO NORMAL MÁXIMO EN PUNTA PILOTE CENTRAL. SERVICIO.....	19
FIG. 18: ESFUERZO NORMAL MÁXIMO EN PUNTA PILOTE EXTREMO LADO RIACHO. SERVICIO.....	20
FIG. 19: ESFUERZO NORMAL MÁXIMO EN PUNTA PILOTE EXTREMO LADO RIACHO. SERVICIO.....	20
FIG. 20: DIAGRAMA DE INTERACCIÓN RESULTANTE PARA LA ARMADURA ADOPTADA.....	22
FIG. 21: DIAGRAMA DE INTERACCIÓN RESULTANTE PARA LA ARMADURA ADOPTADA.....	23

## Modelos y verificación estructural

Las estructuras se modelaron y calcularon mediante el programa de elementos finitos SAP2000 y se analizan sus comportamientos para las acciones reglamentarias.

### 1. Losa

$$e = 0,30\text{m}$$

$$\text{rec} = 4 \text{ cm}$$

$$a = 15,00 \text{ m}$$

#### Solicitaciones

Se considera la losa unidireccional distribuyendo las cargas hacia las vigas longitudinales.

Acciones sobre la losa

Se considera la carga de una pata de una columna de 3 contenedores

$$P_{\max} = 18,29 \text{ t}$$

Se indican a continuación las solicitaciones máximas,

	Tramo		Apoyo	
Estado Carga	Mm(tm/m )	Q (t/m)	M(tm/m )	Q (t/m)
Peso Propio	0,05	-	0,03	0,26
Sobrecarga	3,20	-	1,60	9,15
1,4 PP	0,06	-	0,04	0,37
1,2 PP + 1,6 SC	5,18	-	2,60	14,95
PP + SC	3,25	-	1,63	9,41

#### Dimensionamiento

En apoyos sobre alma de vigas

$$M_u = 2,60 \text{ tm/m}$$

$$Q_u = 14,95 \text{ t/m}$$

#### Flexión

Se adopta armadura  $\phi 12 \text{ c/15}$  (7,54 cm<sup>2</sup>/m)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> /m)	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm/m)	$\phi M_n$ (tm/m)	$M_u$ (tm/m)	Verifica
0,9	4,2	0,25	7,54	32	0,85	6,73	6,06	2,60	Verifica

### En tramo

Mu = 5,18 tm/m

### Flexión

Se adopta armadura  $\phi$  12 c/15 (7,54 cm<sup>2</sup>/m)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	d (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> /m)	T (t)	$\beta$	Mn (tm/m)	$\phi M_n$ (tm/m)	Mu (tm/m)	Verifica
0,9	4,2	0,25	7,54	32	0,85	6,73	<b>6,06</b>	<b>5,18</b>	<b>Verifica</b>

### Corte

$\phi$	$f_c'$ (MPa)	b <sub>w</sub> (m)	d (m)	V <sub>u</sub> (t)	V <sub>n</sub> (t)	V <sub>c</sub> (t)	V <sub>s</sub> (t)
0,75	35	1	0,25	<b>14,95</b>	<b>19,93</b>	24,65	<b>No Necesaria</b>

No se necesita colocar armadura de corte.

### Verificación de punzonado

Se verifica punzonado sobre en la losa ante la carga transmitida por una pata de apoyo de un contenedor, con tres niveles de contenedores.

P = 18,29 t por pata de apoyo de contenedor en 3 niveles

e = 30 cm

a = 17,80 cm

b = 15,20 cm

a<sub>med</sub> = 17,8 cm + 30 cm = 47,80 cm

b<sub>med</sub> = 15,2 cm + 30 cm = 45,20 cm

Perimetro medio = 2 x (47,80 + 45,20) = 186 cm

h = 30 cm – 5 cm = 25 cm

$f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	P (t)	Perim med (m)	h (m)	A <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	$\zeta_p$ (t/m <sup>2</sup> )	$\zeta_p$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\zeta_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Verifica
350	18,29	1,86	0,25	0,47	39,33	3,93	8,42	<b>Verifica</b>

### Resumen de armado:

Armadura Longitudinal superior e inferior  $\phi$  12 c/15cm

Armadura Transversal superior e inferior

ϕ 12 c/15cm

## 2. Losa de Aproximación

e = 0,30 m

Lcalc = 5,00 m

a = 4,00 m

rec = 4 cm

### Solicitaciones

Acciones sobre la losa de aproximación

Se considera la carga de un eje del vehículo de diseño aplicado en los puntos más desfavorables

glosa	0,75 t/m <sup>2</sup>
gasf	0,10 t/m <sup>2</sup>
Pmax	110,00 t
l	7,95 m
a	1,20 m
q	13,84 t/m

Solicitaciones	M (tm/m)	Mu (tm/m)
glosa	2,34	2,81
gasf	0,31	0,38
Pmax	15,22	24,35

Mu = 2,81 tm/m + 0,38 tm/m + 24,35 tm/m = 27,54 tm/m

### Dimensionamiento

Mu = 27,54 tm/m

### Flexión

Se adopta armadura ϕ 20c/10cm (31,4 cm<sup>2</sup>/m)

φ	fy (t/cm <sup>2</sup> )	d (m)	As (cm <sup>2</sup> /m)	T (t)	β	Mn(tm/m)	φ Mn(tm/m)	Mu (tm/m)	Verifica
0,9	4,2	0,26	31,42	132	0,85	29,16	26,24	27,54	Aceptable

### Resumen de armado:

Armadura Superior Longitudinal y Transversal	$\phi$ 16 c/10cm
Armadura Inferior Longitudinal y Transversal	$\phi$ 20 c/10cm
Armadura perimetral Superior	3 $\phi$ 25
Armadura perimetral Inferior	4 $\phi$ 25
Estribos de armado	$\phi$ 12 c/30c/30cm
Estribos perimetrales	$\phi$ 12 c/10cm

### **3. Vigas Premoldeadas (Vigas PI)**

#### Modelo de Cálculo

Se modeló utilizando el programa SAP2000 la estructura de la Viga premoldeada. Se modeló la estructura con un elemento tipo frame, y se colocaron apoyos fijos en sus extremos, considerando el apoyo de las vigas premoldeadas sobre los cabezales.



Fig. 1: Vista General de Viga Premoldeada sin cargas.

#### Verificación Estructural

$h = 1,00$  m                      con losa

$b = 1,60$  m

$b_0 = 0,20$  m –  $0,30$  m

$h_0 = 0,70$  m

$rec = 4$  cm

#### Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

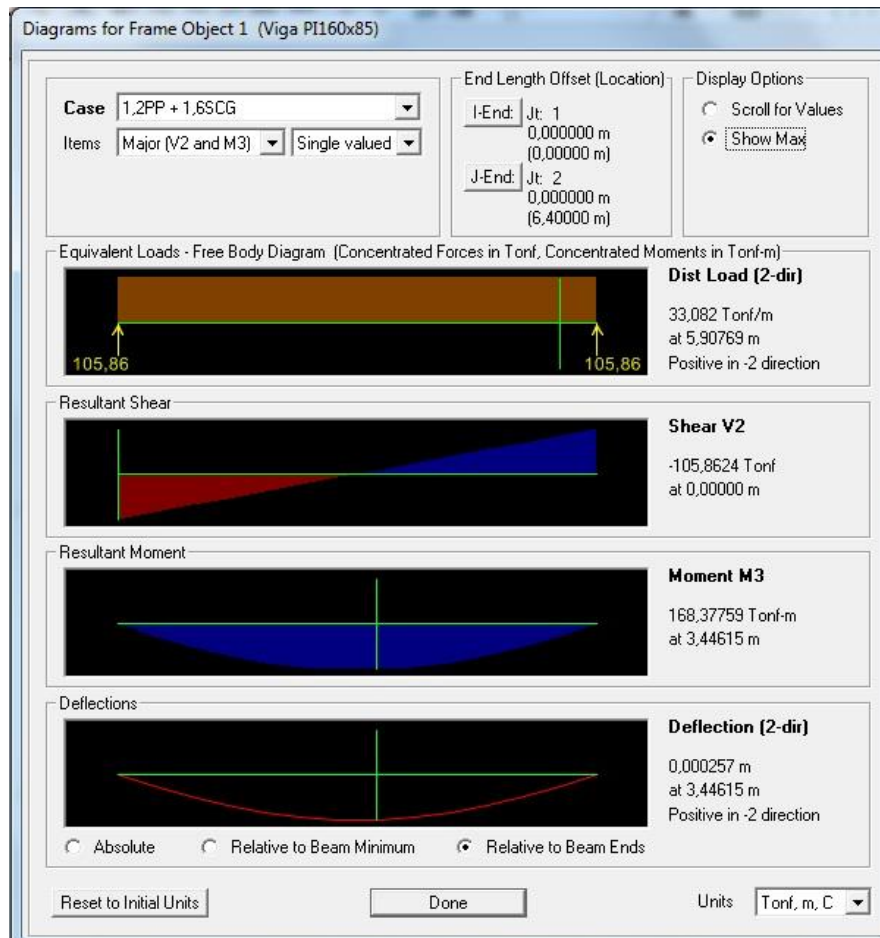


Fig. 2: Momento y Corte Máximos

### Dimensionamiento

Se dividen las solicitaciones en dos vigas "T" de ancho de ala de 0,80m y con cada alma de la viga,

$$M_u = 168 \text{ tm}$$

$$M_{un} = 168 \text{ tm} / 2 = 84 \text{ tm} \quad \text{en cada nervio}$$

$$Q_u = 106 \text{ t}$$

$$Q_{un} = 106 \text{ t} / 2 = 53 \text{ t} \quad \text{en cada nervio}$$

### Flexión

Se adopta Armadura  $6 \phi 25 (29,5 \text{ cm}^2)$

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm )	$\phi M_n$ (tm )	$M_u$ (tm )	Verifica
0,9	4,2	0,94	29,5	124	0,90	104	<b>94</b>	<b>84</b>	Verifica

#### Corte

$\phi$	$f_c'$ (MPa)	$b_w$ (m)	$d$ (m)	$V_u$ (t)	$V_n$ (t)	$V_c$ (t)	$V_s$ (t)	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$A_{sv}$ (cm <sup>2</sup> /m)
0,75	35	0,2	0,94	<b>53</b>	<b>71</b>	18	<b>52</b>	4,2	<b>13,29</b>

Se adopta armadura

1 eº  $\phi 12$  c/10cm (22,6 cm<sup>2</sup>/m)

#### Resumen de armado:

Almas Armadura Superior	2 $\phi$ 20 + 3 $\phi$ 25 en losa
Almas Armadura Inferior	6 $\phi$ 25
Ala Armadura Longitudinal Superior e Inferior	$\phi$ 10 c/15cm
Ala Armadura Transversal Superior	$\phi$ 10 c/15cm
Ala Armadura Transversal Inferior	$\phi$ 12 c/15cm
Armadura de piel	$\phi$ 10 c/15cm
Estribos Almas	$\phi$ 12 c/10cm en 1,50 m desde apoyos $\phi$ 12 c/15cm en tramo

### **4. Viga de Borde**

#### Modelo de Cálculo

Se modeló utilizando el programa SAP2000 la estructura de la Viga de Borde. Se modeló una viga continua de 8 tramos de elementos tipo frame, con apoyos fijos cada 7,50m.



Fig. 3: Vista General sin cargas Viga de Borde

#### Verificación Estructural

$h = 1,00$  m

$b = 1,10$  m

$rec = 5$  cm



## Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

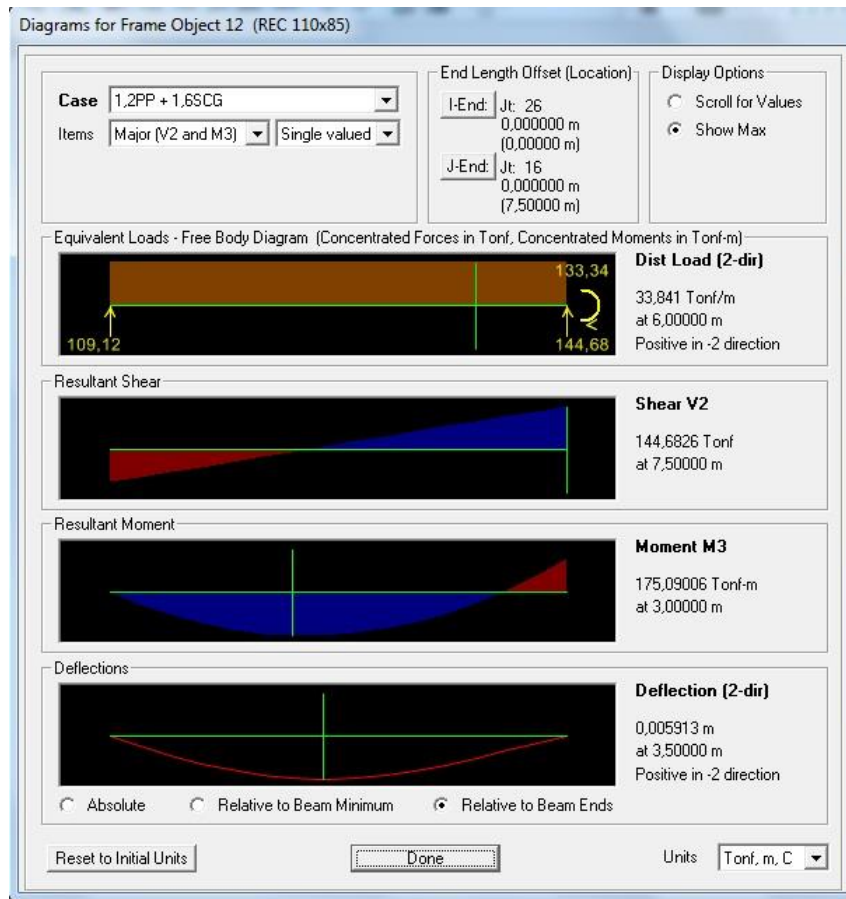


Fig. 4: Momento y Corte Máximo

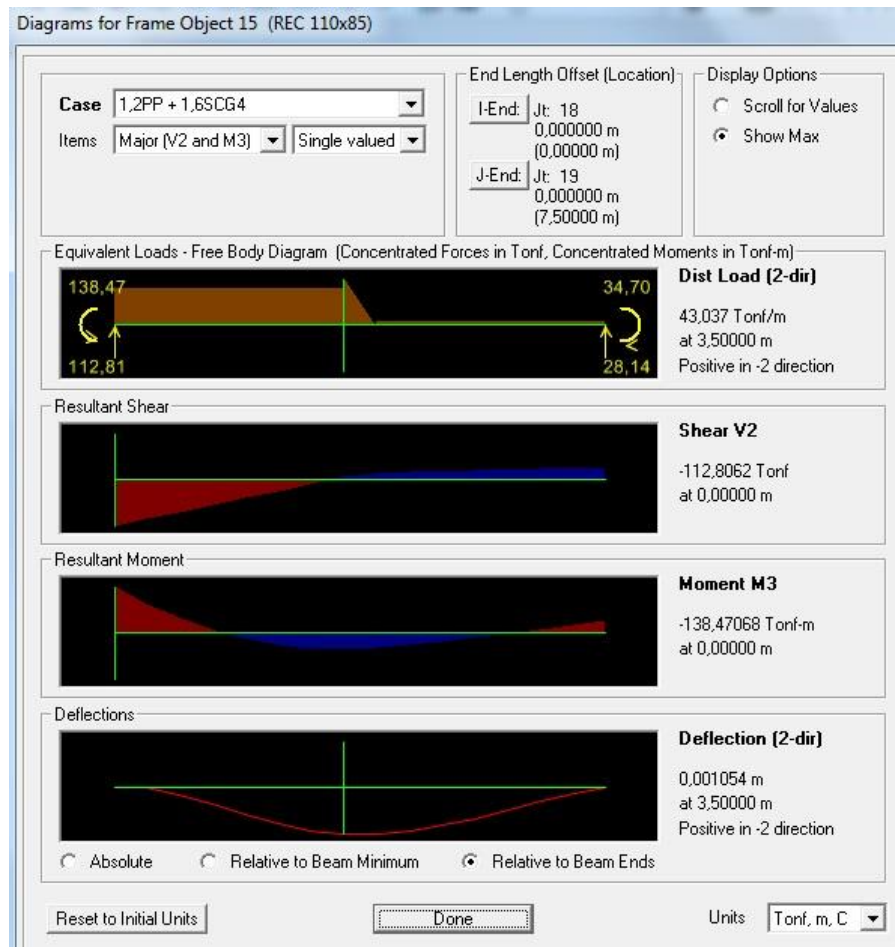


Fig. 5: Momento Máximo en apoyo.

## Dimensionamiento

En tramo

$M_u = 175 \text{ tm}$

## Flexión

Se adopta Armadura

14  $\phi$  25 (68,7 cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm)	$\phi M_n$ (tm)	$M_u$ (tm)	Verifica
0,9	4,2	0,92	68,7	289	0,90	239	215	175	Verifica

En apoyo

$M_u = 138 \text{ tm}$

$Q_u = 145 \text{ t}$

### Flexión

Se adopta Armadura

12  $\phi$  25 (58,9 cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	d (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	T (t)	$\beta$	$M_n$ (tm)	$\phi M_n$ (tm)	$M_u$ (tm)	Verifica
0,9	4,2	0,92	58,9	247	0,85	194	<b>174</b>	<b>138</b>	<b>Verifica</b>

### Corte

$\phi$	$f_c'$ (MPa)	$b_w$ (m)	d (m)	$V_u$ (t)	$V_n$ (t)	$V_c$ (t)	$V_s$ (t)	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$A_{sv}$ (cm <sup>2</sup> /m)
0,75	35	1,1	0,92	<b>145</b>	<b>193</b>	100	<b>93</b>	4,2	<b>24,13</b>

Se adopta armadura

2 e<sup>o</sup>  $\phi$ 16 c/20cm (40,2 cm<sup>2</sup>/m)

### Resumen de armado:

Armadura Superior

12  $\phi$  25

Armadura Inferior

14  $\phi$  25

Armadura de piel

$\phi$  20 c/20cm en cada cara

Estribos

2  $\phi$  16 c/20cm +  $\phi$  16 c/40cm intermedio

## **5. Pórticos de Apoyo**

### Modelo de Cálculo

Se modeló utilizando el programa SAP2000, la estructura de los Pórticos de apoyo. Se modelo la estructura con elementos tipo frame, y se colocaron resortes horizontales para representar la interacción entre la estructura y el suelo, un apoyo móvil en la punta de los pilotes.

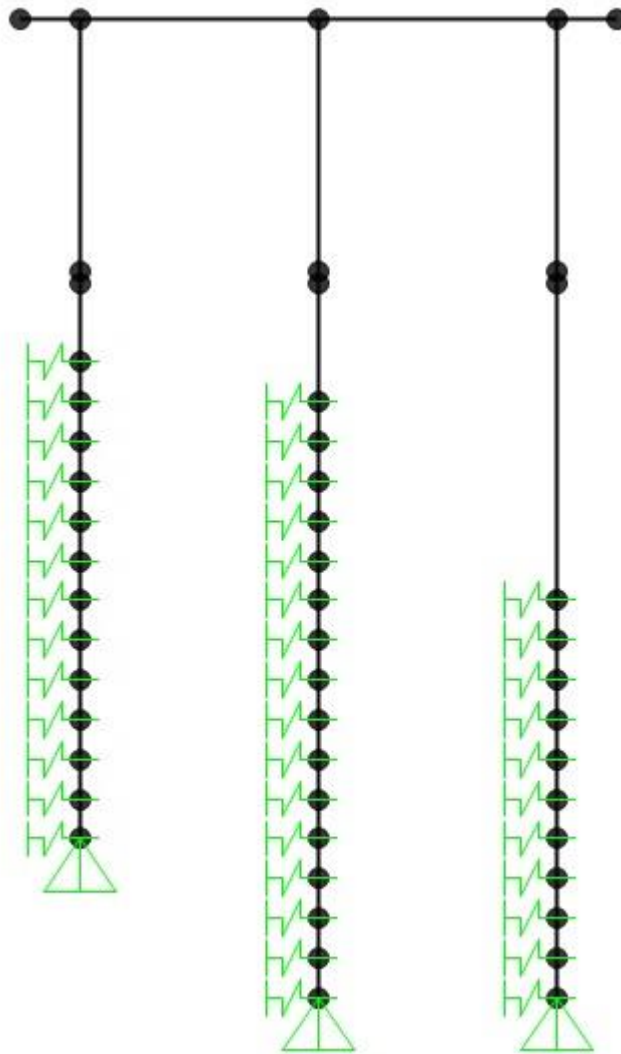


Fig. 6: Vista General sin cargas de Pórtico de Apoyo.

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

Considerando el diámetro del pilote de 1,10m, se obtienen entonces los siguientes valores para el modelo de cálculo:

Cota Nivel	a	b	Kh (t/m)
5	1	1,1	2200
4	1	1,1	2200
3	1	1,1	2200
2	1	1,1	2200
1	1	1,1	2200
0	1	1,1	2200
-1	1	1,1	2200
-2	1	1,1	2200
-3	1	1,1	2200
-4	1	1,1	2200
-5	1	1,1	2200
-6	1	1,1	7700
-7	1	1,1	7700
-8	1	1,1	7700
-9	1	1,1	7700
-10	1	1,1	7700
-11	1	1,1	7700
-12	1	1,1	7700
-13	1	1,1	7700
-14	1	1,1	7700
-15	1	1,1	7700
-16	1	1,1	7700
-17	1	1,1	7700
-18	1	1,1	7700

### Verificación Estructural

#### Cabezal

$h = 2,00\text{m} / 1,00\text{m}$  en primera etapa

$b_1 = 1,40\text{ m}$

$b_2 = 0,70\text{ m}$

$A = 2,10\text{ m}^2$

$L = 15,00\text{ m}$

#### Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

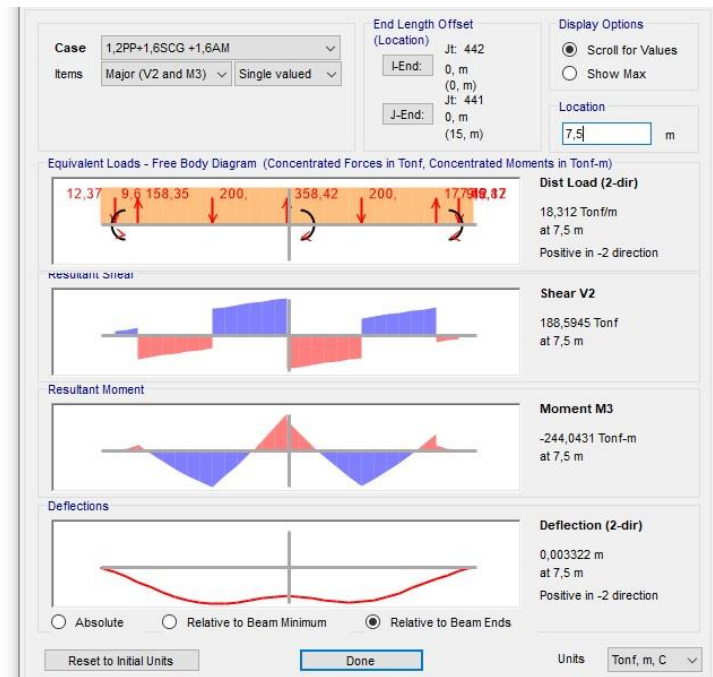
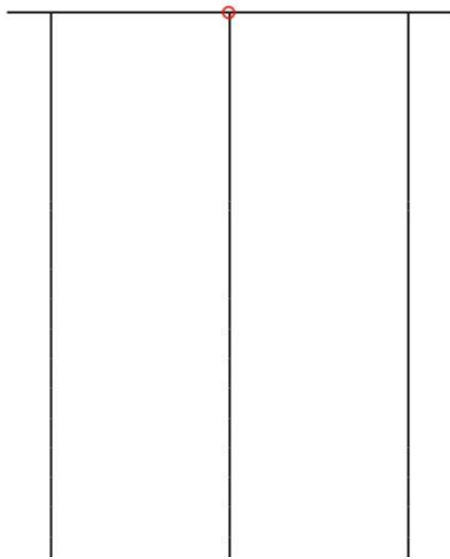


Fig. 7: Momento Máximo y corte en apoyo central.

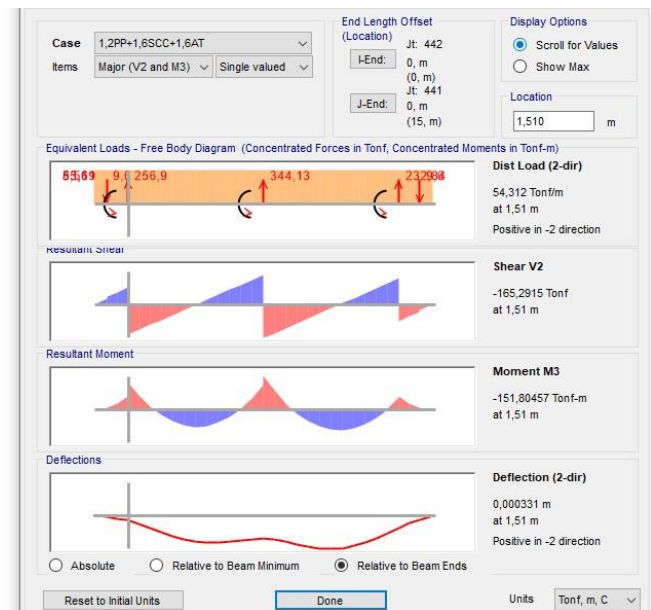
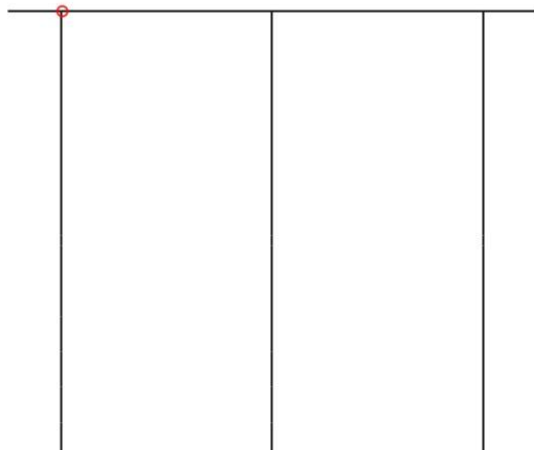


Fig. 8: Momento y corte Máximo en apoyo extremo lado suelo.

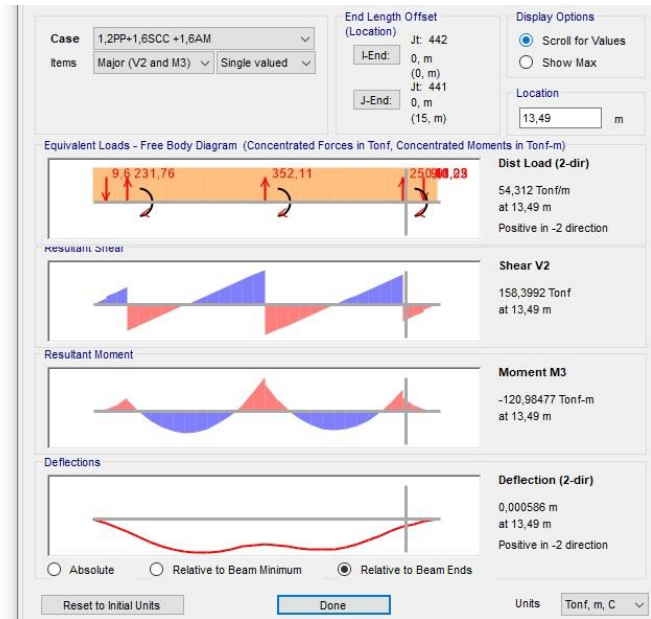
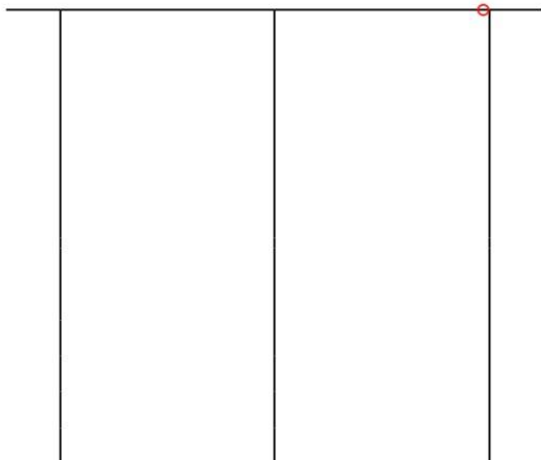


Fig. 9: Momento y corte Máximo en apoyo extremo lado riacho.

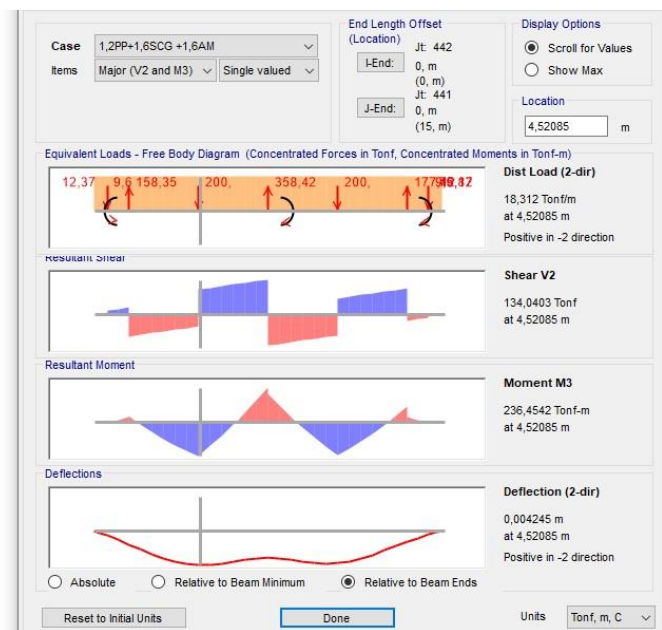
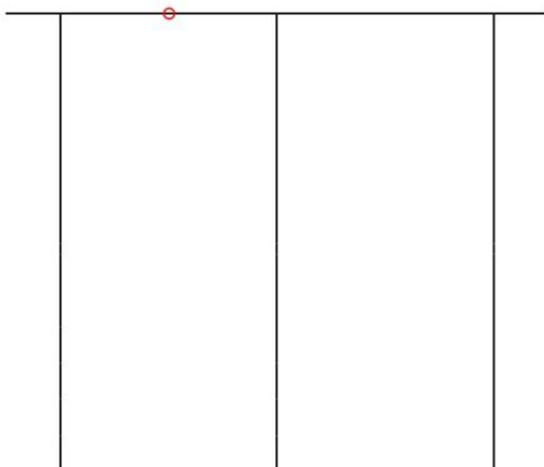


Fig. 10: Momento Máximo en tramo suelo.

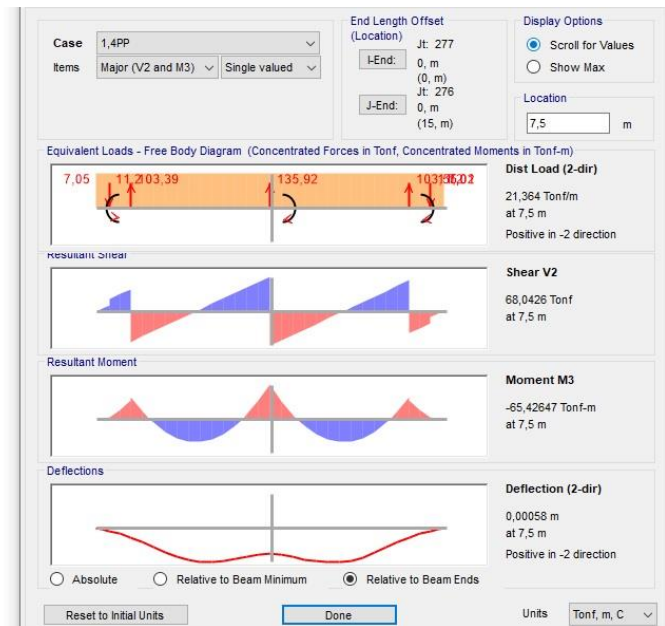
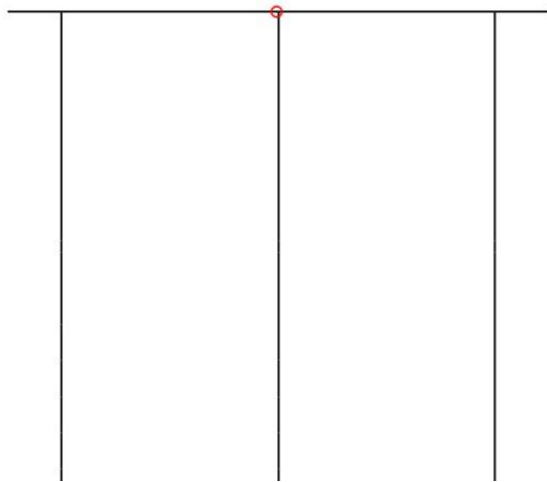


Fig. 11: Momento Máximo y corte en apoyo central. Etapa Constructiva.

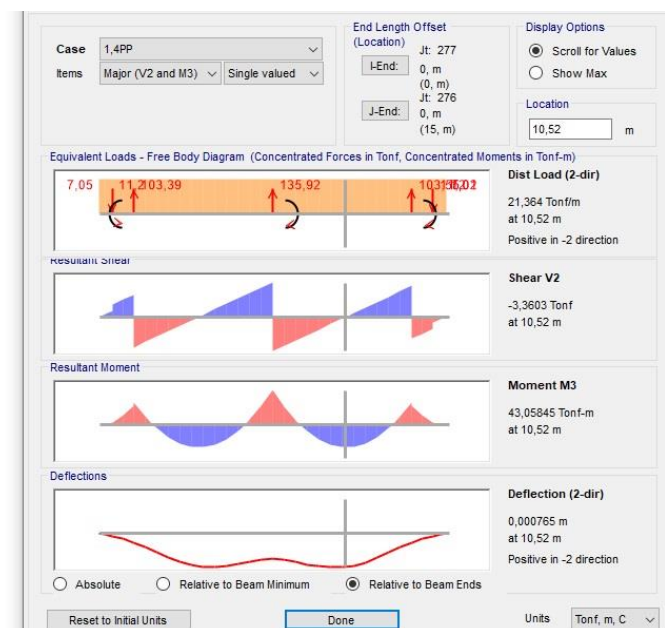
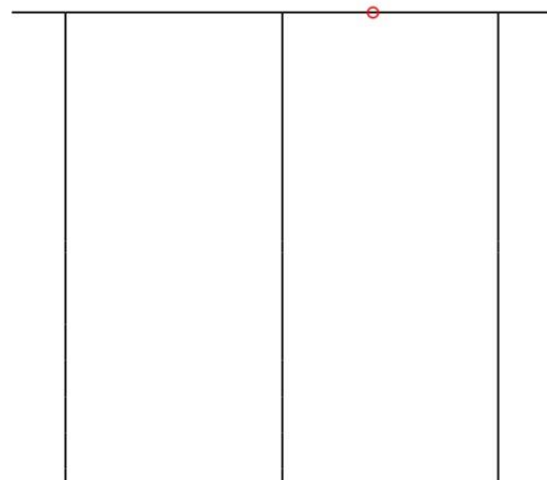


Fig. 12: Momento Máximo en tramo. Etapa Constructiva.

## Dimensionamiento

### En apoyo central

Apoyo sobre pilote de  $\phi$  1,10m

$M_u = 244 \text{ tm}$

$Q_u = 189 \text{ t}$



### En apoyo extremo

Apoyo sobre pilote de  $\phi$  1,10m

$M_u = 152 \text{ tm}$

$Q_u = 165 \text{ t}$

### Flexión

Se adopta armadura 12  $\phi$  25 (58,9cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm )	$\phi M_n$ (tm )	$M_u$ (tm )	Verifica
0,9	4,2	1,92	58,9	247	0,65	309	<b>278</b>	<b>244</b>	<b>Verifica</b>

### En tramo

$M_u = 237 \text{ tm}$

### Flexión

Se adopta armadura 14  $\phi$  25 (68,7cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm )	$\phi M_n$ (tm )	$M_u$ (tm )	Verifica
0,9	4,2	1,92	68,7	289	0,65	360	<b>324</b>	<b>237</b>	<b>Verifica</b>

### Corte

$\phi$	$f_c'$ (MPa)	$b_w$ (m)	$d$ (m)	$V_u$ (t)	$V_n$ (t)	$V_c$ (t)	$V_s$ (t)	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$A_{sv}$ (cm <sup>2</sup> /m)
0,75	35	0,7	1,92	<b>189</b>	<b>252,00</b>	132,62	<b>119,38</b>	4,2	<b>14,79</b>
0,75	35	0,7	1,92	<b>165</b>	<b>220,00</b>	132,62	<b>87,38</b>	4,2	<b>10,83</b>

Se adopta armadura  $e^\circ \phi 20 \text{ c/20} + e^\circ \phi 16 \text{ c/20}$  (51,5 cm<sup>2</sup>/m)

### En Etapa Constructiva

#### En apoyo central

Apoyo sobre pilote de  $\phi$  1,10m

$M_u = 65 \text{ tm}$

$Q_u = 68 \text{ t}$

### Flexión

Se adopta armadura 12  $\phi$  20 (37,7cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm )	$\phi M_n$ (tm )	$M_u$ (tm )	Verifica
0,9	4,2	0,92	37,7	158	0,85	124	112	65	Verifica

### En tramo

$M_u = 43$  tm

### Flexión

Se adopta armadura 14  $\phi$  25 (68,7cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm )	$\phi M_n$ (tm )	$M_u$ (tm )	Verifica
0,9	4,2	0,92	68,7	289	0,85	226	203	43	Verifica

### Corte

$\phi$	$f_c'$ (MPa)	$b_w$ (m)	$d$ (m)	$V_u$ (t)	$V_n$ (t)	$V_c$ (t)	$V_s$ (t)
0,75	35	1,4	0,92	68	90,67	127,21	No Necesaria

Se adopta armadura  $e^\circ \phi 20$  c/20 +  $e^\circ \phi 16$  c/20 (51,5 cm<sup>2</sup>/m)

### Verificación de Momento transmitido por Espolón

$H = 40$  t

$H_u = 40,00$  t \* 1,60 = 64,00 t

$y = 2,45$  m

$M_u = 64$  t x 2,45 m = 157 tm

Se adopta armadura 12  $\phi$  25 (58,9cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm )	$\phi M_n$ (tm )	$M_u$ (tm )	Verifica
0,9	4,2	1,92	58,9	247	0,85	404	364	157	Verifica

### Resumen de armado:

Armadura Superior	12 $\phi$ 25
Armadura Inferior	14 $\phi$ 25
Armadura Intermedia	12 $\phi$ 20
Armadura de piel	$\phi$ 20 c/20cm

Armadura interior

$\phi$  16 c/40cm

Estribos

2  $\phi$  20 c/20cm + 2  $\phi$  16 c/20cm interiores

### Pilotes

$\phi$  = 1,10m

A = 0,95 m<sup>2</sup>

Lp = 23,65 m

Rec = 7,50 cm

### Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

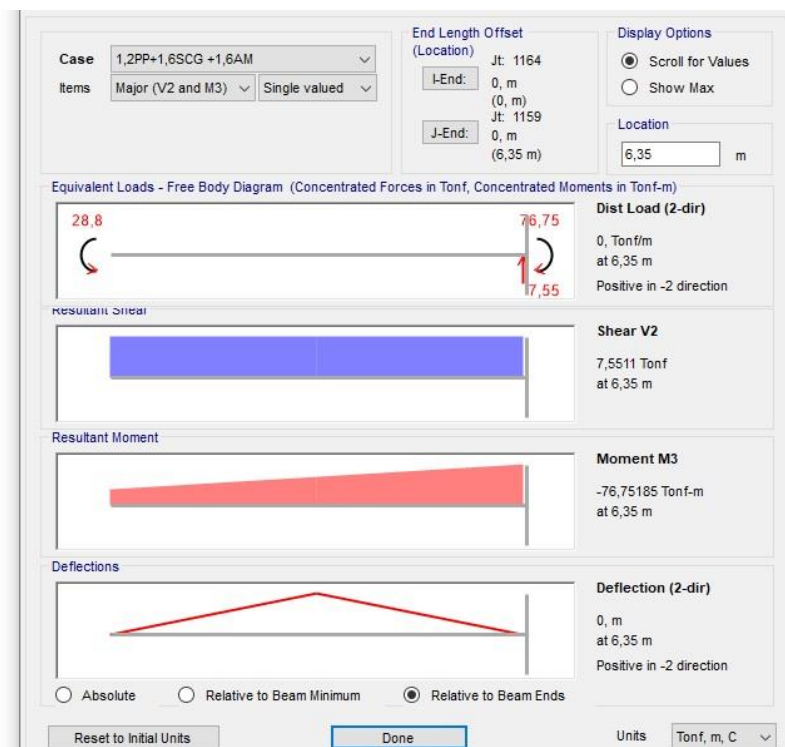
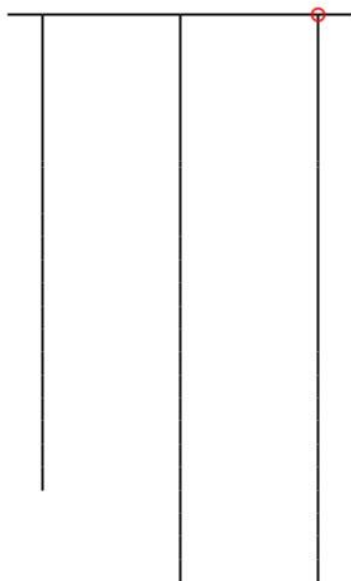


Fig. 13: Momento Máximo Superior.

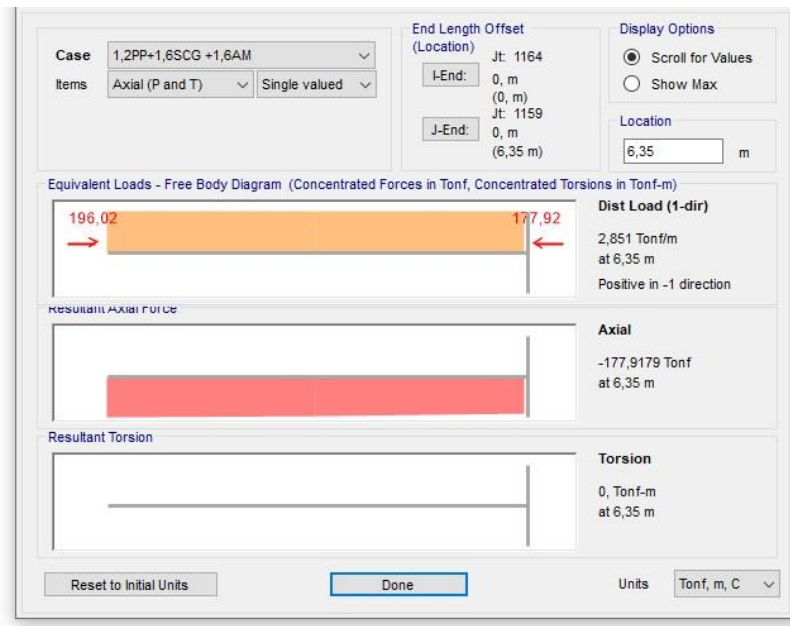
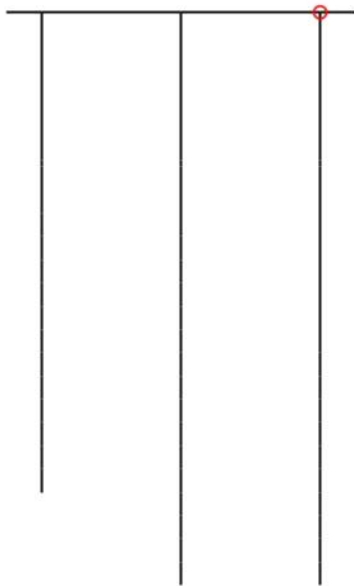


Fig. 14: Esfuerzo Normal Superior.

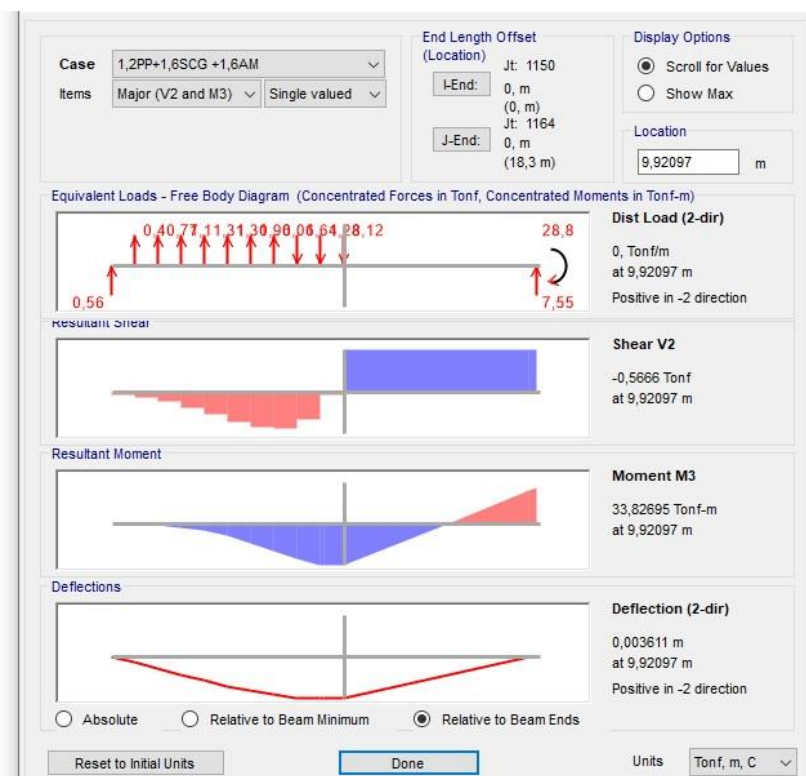
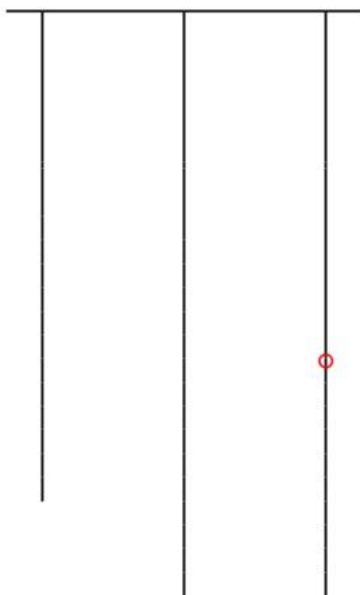


Fig. 15: Momento Máximo en tramo.

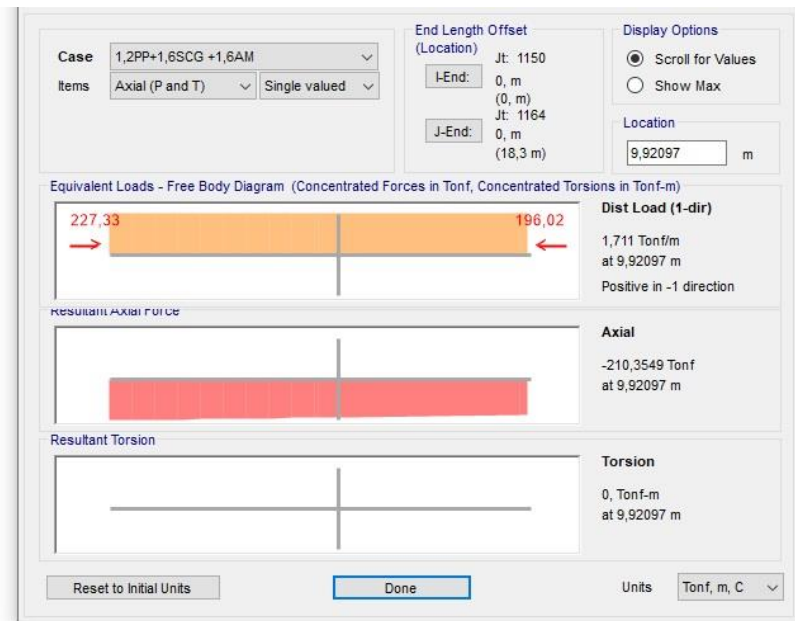
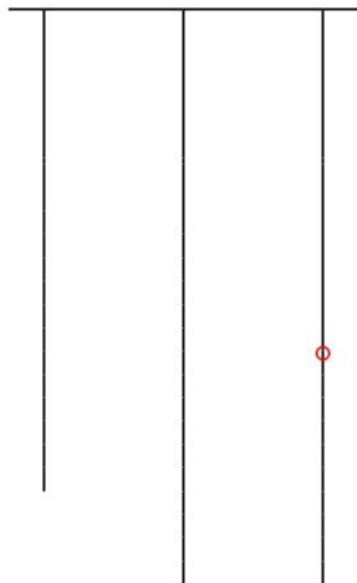


Fig. 16: Esfuerzo Normal en Tramo.

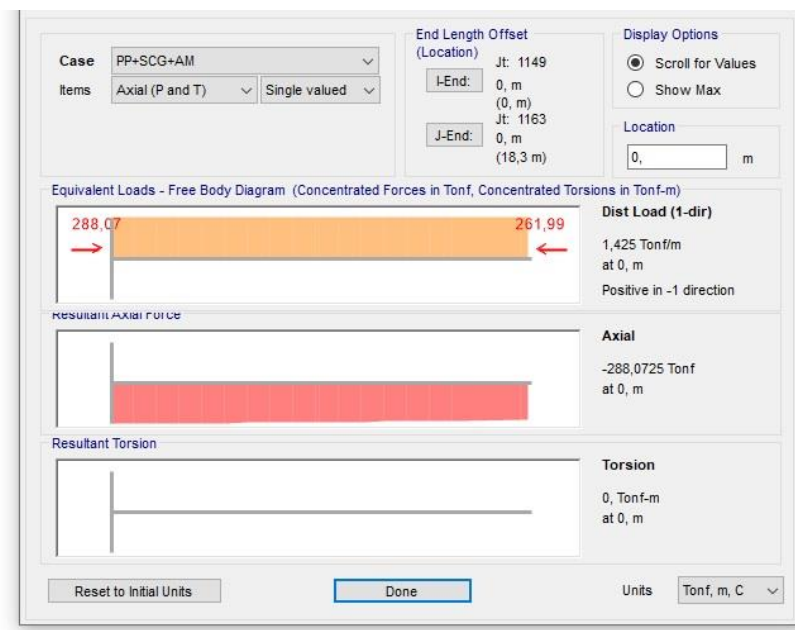
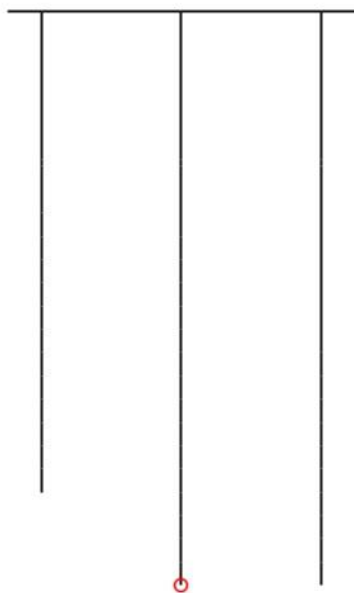


Fig. 17: Esfuerzo Normal máximo en punta Pilote Central. Servicio.

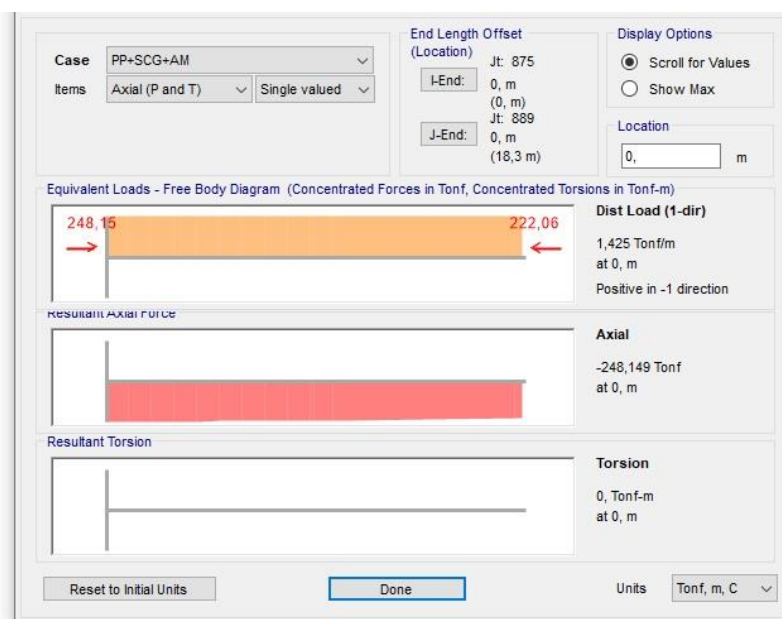
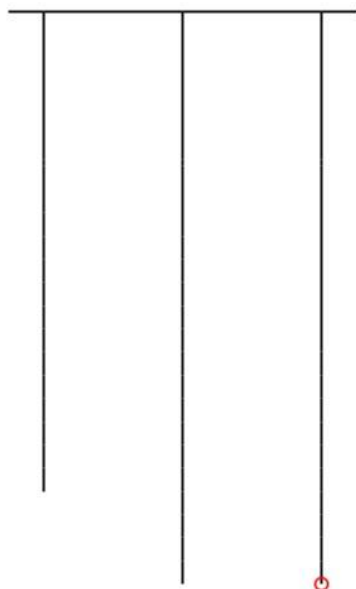


Fig. 18: Esfuerzo Normal máximo en punta Pilote Extremo lado Riacho. Servicio.

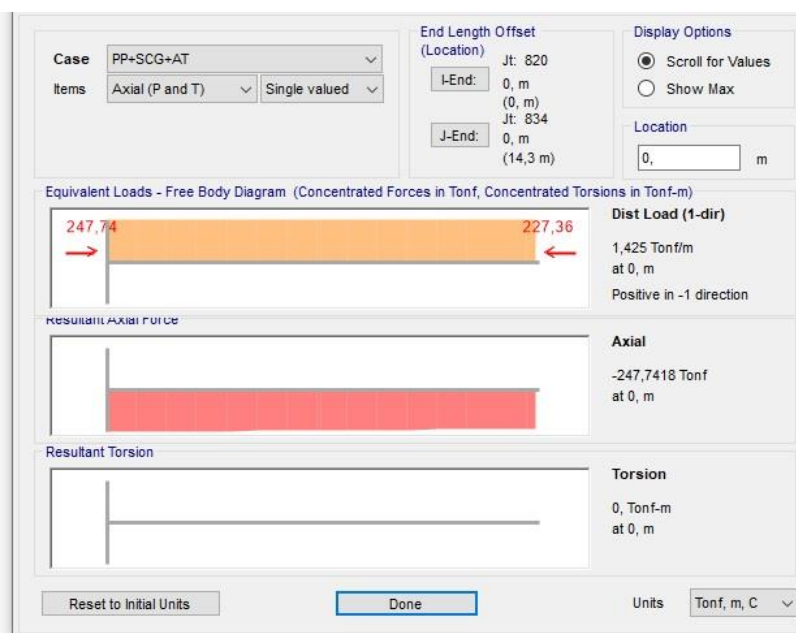
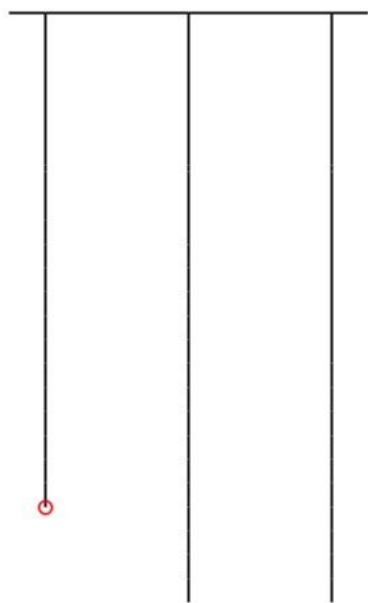


Fig. 19: Esfuerzo Normal máximo en punta Pilote Extremo lado Riacho. Servicio.

## Dimensionamiento

### Pilote Central

$\Phi_{pil}$	1,10	m
J	0,07	m <sup>4</sup>
A	0,95	m <sup>2</sup>
i	0,28	m

sk	14,00	m
$\lambda$	51,00	

#### Pilote Extremo de lado del riacho

$\Phi_{pil}$	1,10	m
J	0,07	m <sup>4</sup>
A	0,95	m <sup>2</sup>
i	0,28	m
sk	17,00	m
$\lambda$	62,00	

Se debe hacer un análisis de segundo orden para ambos pilotes

#### Superior para Pilote Extremo del lado del riacho

$$M_u = 76 \text{ tm}$$

$$N_u = 177 \text{ t}$$

$$e = 76 \text{ tm} / 177 \text{ t} = 0,43$$

$$e/d = 0,39$$

$$f = 1,10 \text{ m} \times (62 - 20) / 160 = 0,29 \text{ m}$$

$$\Delta M = 177 \text{ t} \times 0,29 \text{ m} = 52 \text{ tm}$$

$$M_{ull} = 76 \text{ tm} + 52 \text{ tm} = 128 \text{ tm}$$

Flexión

$$A_{s \text{ mín}} = 1\% A_b = 0,01 \times 9503 \text{ cm}^2 = 95,0 \text{ cm}^2$$

Se adopta armadura

$$20 \phi 25 (98,2 \text{ cm}^2) + e^\circ \phi 12 \text{ c/20-10} (11,31 \text{ cm}^2/\text{m})$$

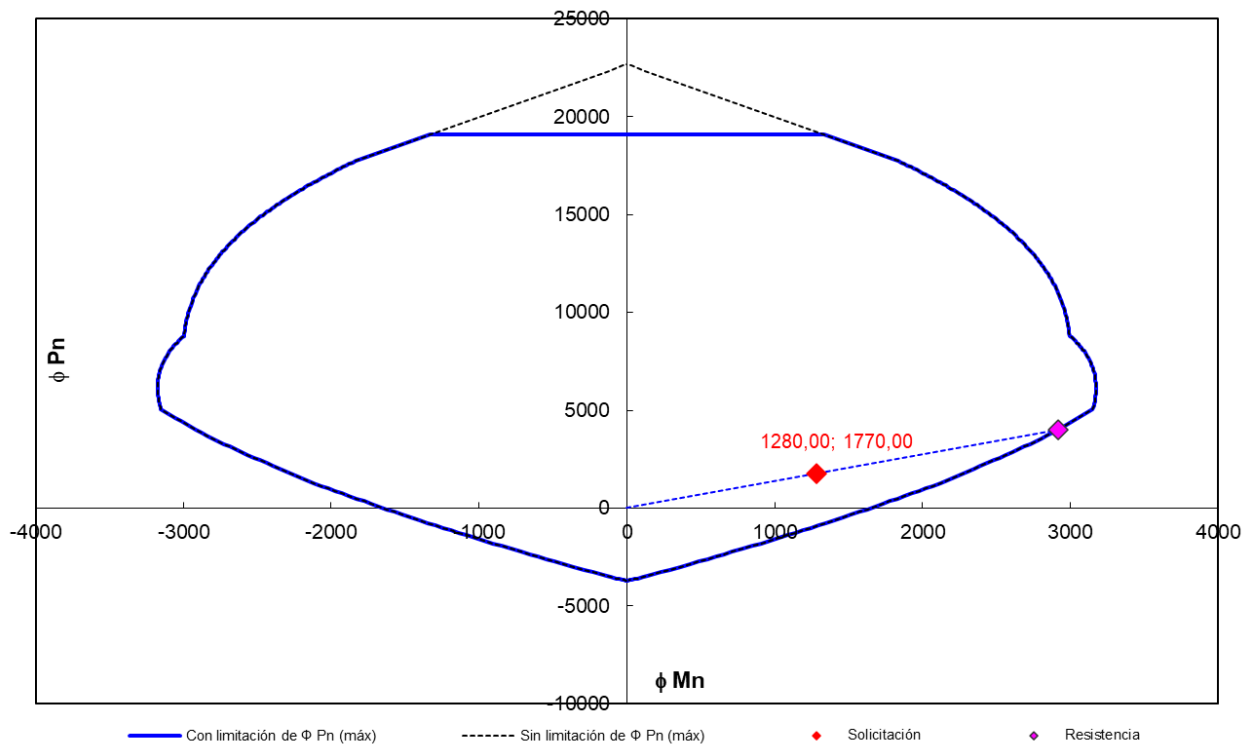


Fig. 20: Diagrama de interacción resultante para la armadura adoptada.

#### En tramo para Pilote Extremo del lado del riacho

$$M_u = 33 \text{ tm}$$

$$N_u = 210 \text{ t}$$

$$N_{sup} = 177 \text{ t}$$

$$e = 33 \text{ tm} / 177 \text{ t} = 0,19$$

$$e/d = 0,17$$

$$f = 1,10 \text{ m} \times (62 - 20) \times \sqrt{(0,10 + 0,17)} / 100 = 0,24 \text{ m}$$

$$\Delta M = 177 \text{ t} \times 0,24 \text{ m} = 43 \text{ tm}$$

$$M_{ull} = 33 \text{ tm} + 43 \text{ tm} = 76 \text{ tm}$$

Flexión

$$A_s \text{ mín} = 1\% A_b = 0,01 \times 9503 \text{ cm}^2 = 95,0 \text{ cm}^2$$

Se adopta armadura

$$20 \phi 25 (98,2 \text{ cm}^2) + e^\circ \phi 12 \text{ c/20-10} (11,31 \text{ cm}^2/\text{m})$$



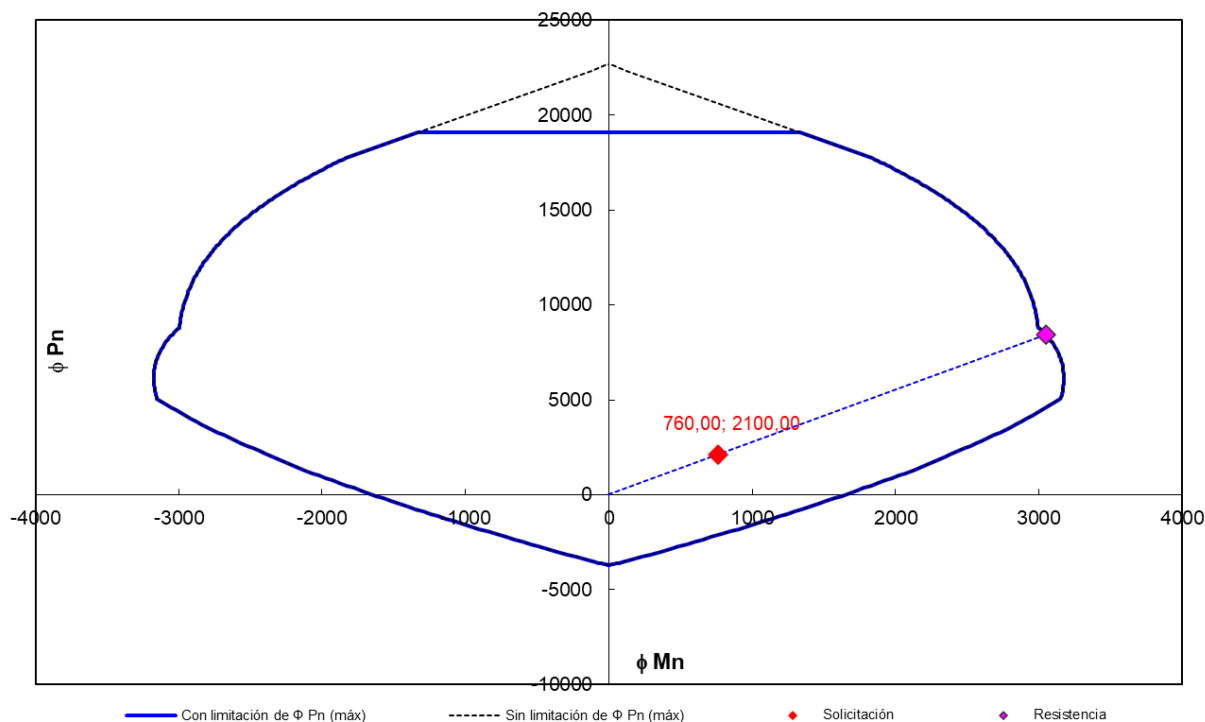


Fig. 21: Diagrama de interacción resultante para la armadura adoptada.

### Fundación

Según estudios de suelos, se toma un 50% del valor indicado como valor promedio

#### Pilote Central

$N_p = -289 \text{ t}$

$\sigma_{adm} = 225 \text{ t/m}^2$

$f = 2,25 \text{ t/m}^2$

punta

fuste en 13,00m

$N_p \text{ (t)}$	$\phi_{pil} \text{ (m)}$	$A \text{ (m}^2\text{)}$	$f \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\sigma_{padm} \text{ (t/m}^2\text{)}$	$c_f \text{ (t)}$	$c_p \text{ (t)}$	$cp + cf$	Verifica
<b>289,00</b>	1,10	0,95	2,25	225,00	101,08	213,82	<b>314,91</b>	<b>Verifica</b>

#### Pilote Extremo Agua

$N_p = -248 \text{ t}$

$\sigma_{adm} = 225 \text{ t/m}^2$

$f = 2,25 \text{ t/m}^2$

punta

fuste en 9,00m

$N_p \text{ (t)}$	$\phi_{pil} \text{ (m)}$	$A \text{ (m}^2\text{)}$	$f \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\sigma_{padm} \text{ (t/m}^2\text{)}$	$c_f \text{ (t)}$	$c_p \text{ (t)}$	$cp + cf$	Verifica
<b>248,00</b>	1,10	0,95	2,25	225,00	69,98	213,82	<b>283,80</b>	<b>Verifica</b>

### Pilote Extremo Tierra

$N_p = -248 \text{ t}$

$\sigma_{adm} = 225 \text{ t/m}^2$

$f = 2,25 \text{ t/m}^2$

punta

fuste en 9,00m

<b>Np (t)</b>	<b><math>\phi_{pil}</math> (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>f (t/m<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\sigma_{p adm}</math> (t/m<sup>2</sup>)</b>	<b>cf (t)</b>	<b>cp (t)</b>	<b>cp + cf</b>	<b>Verifica</b>
<b>248,00</b>	1,10	0,95	2,25	225,00	69,98	213,82	<b>283,80</b>	<b>Verifica</b>

### Resumen de armado:

Armadura Principal

20  $\phi$  25

Estribos

$\phi$  12 c/20 o 10cm

#### 1.1.1. Espolón

$h = 0,90 \text{ m}$

$b = 1,40 \text{ m}$

$y = 1,50 \text{ m}$

### Solicitaciones

$H = 40,00 \text{ t}$  máxima carga de atraque

$Q_u = 1,60 \times 40,00 \text{ t} = 64,00 \text{ t}$

$M_u = 1,60 \times 40,00 \text{ t} \times 1,50 \text{ m} = 96,00 \text{ tm}$

### Dimensionamiento

#### Flexión

Se adopta armadura

24  $\phi$  20 (75,4 cm<sup>2</sup>)

<b><math>\phi</math></b>	<b><math>f_y</math> (t/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>d (m)</b>	<b><math>A_s</math> (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>T (t)</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b><math>M_n</math> (tm)</b>	<b><math>\phi M_n</math> (tm)</b>	<b><math>M_u</math> (tm)</b>	<b>Verifica</b>
0,9	4,2	0,82	75,4	317	0,85	221	<b>199</b>	<b>96</b>	<b>Verifica</b>

#### Corte

<b><math>\phi</math></b>	<b><math>f_c'</math> (MPa)</b>	<b><math>b_w</math> (m)</b>	<b>d (m)</b>	<b><math>V_u</math> (t)</b>	<b><math>V_n</math> (t)</b>	<b><math>V_c</math> (t)</b>	<b><math>V_s</math> (t)</b>
0,75	35	1,4	0,82	<b>64</b>	<b>85</b>	113	<b>No Necesaria</b>

Se adopta armadura

$e^\circ \phi 20 \text{ c/10}$  (62,8 cm<sup>2</sup>/m)

Resumen de armado:

Armadura Vertical en caras al río	ϕ 20 c/10cm en dos capas
Armadura Vertical en caras posterior	ϕ 20 c/10cm
Armadura Vertical en caras laterales	ϕ 20 c/20cm
Armadura intermedia	ϕ 20 c/40cm
Estribos	ϕ 20 c/10cm + ϕ 16 c/20cm internos