

00	07/12/2016	EMISIÓN ORIGINAL	F.O.	M.M.	R.P.
REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	PROY. POR	ELAB. POR	APROB. POR



GOBIERNO DE LA CIUDAD  
AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES  
DIRECCIÓN GENERAL DE  
PLANIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD

**IATASA**  
INGENIERÍA

**atec**  
Ingenieros Consultores

PROYECTO EJECUTIVO  
**VIADUCTO FC BELGRANO SUR**  
TRAMO CALLE DIÓGENES TABORDA - ESTACIÓN CONSTITUCIÓN

TÍTULO:

INFRAESTRUCTURA - PILA TIPO 6C-6D  
MEMORIA DE CÁLCULO

PROY.	F.O.	ESCALAS : -	FECHA: 07/12/2016	N°: VFBS-PE-ES-MC-0125-00
ELAB.	M.M.			
APROB.	R.P.			

## INDICE

### I.- GENERALIDADES

### II.- INFRAESTRUCTURA

- 1.- Geometría
- 2.- Análisis de carga
- 3.- Parámetros geotécnicos
- 4.- Verificación de la capacidad portante de los pilotes
- 5.- Calculo de solicitaciones y dimensionamiento de secciones

## I.- GENERALIDADES

La presente Memoria de Cálculo contiene el diseño estructural de la pila tipo P6 del viaducto ferroviario de las vías del Belgrano Sur, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Dicha estructura tiene como fin brindar apoyo a la estructura de soporte ferroviario (vigas), transmitiendo las cargas sobre esta hacia el suelo de fundación.

La pila es de hormigón armado *in-situ* y está compuesta por un dintel con los apoyos elastoméricos que soportan las vigas, unido mediante una única columna central a las fundaciones, formadas por un cabezal que da lugar a un pilote.

Se estudian las pilas ubicadas dentro de la estación Buenos aires, correspondientes a secciones de superestructura SES3-SES3 (P6C típica), SES3-SES4 (P6C especial) y SES3-S3 (P6D)

### Reglamentos

El cálculo de cargas y solicitaciones se realiza de acuerdo con los lineamientos del "Reglamento para Puentes Ferroviarios de Hormigón Armado" de Ferrocarriles Argentinos.

El dimensionamiento de las estructuras se realiza de acuerdo con el cuerpo de Reglamentos C.I.R.S.O.C.

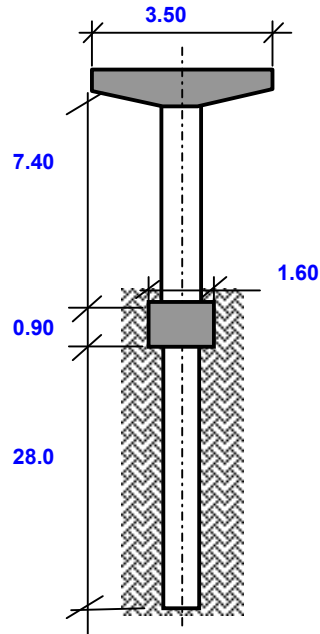
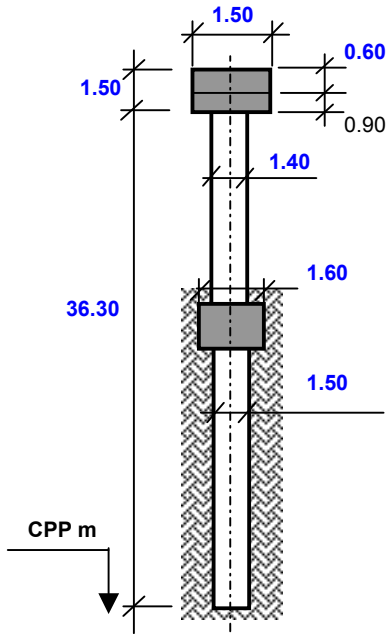
Los materiales previstos en este proyecto son:

Hormigón Superestructura:	H- <b>30</b>	$\sigma'_{bk} = 300 \text{ kg/cm}^2$	
Hormigón Pilotes H-21	H- <b>21</b>	$\sigma'_{bk} = 210 \text{ kg/cm}^2$	
Acero para Hormigón	ADN-420	$\beta_s = 4200 \text{ kg/cm}^2$	(Conformado en barras)

## II.- INFRAESTRUCTURA

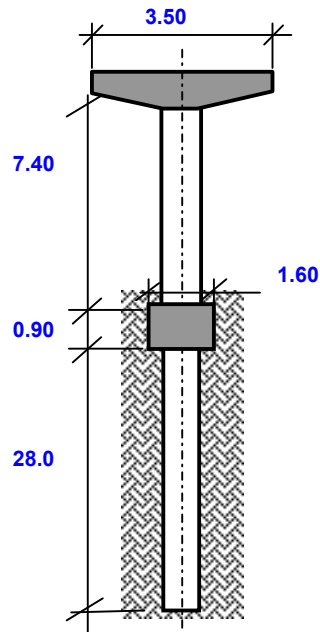
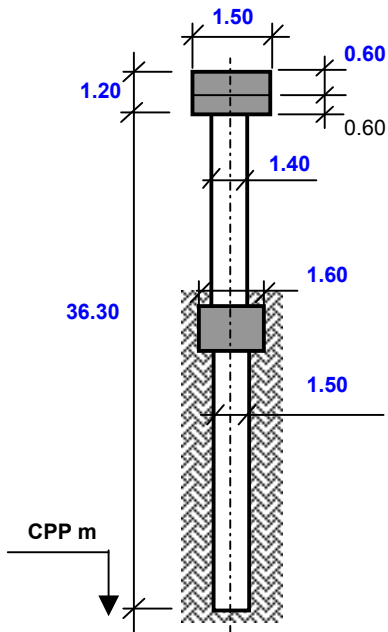
### 1. Geometría

Pila 6C



Nº PILOTES = 1

Pila 6D



Nº PILOTES = 1

## 2. Análisis de Cargas

### 2.1. Cargas Permanentes (Peso propio pila)

Peso específico = **2.50** ton/m³

ELEMENTO	PILA 6C		PILA 6D	
	SECCIÓN	PESO (Ge)	SECCIÓN	PESO (Ge)
	m²	ton	m²	ton
Dintel	2.25	19.69	1.80	15.75
Cabecal	1.44	5.76	1.44	5.76
Columna	1.54	28.48	1.54	28.48
Pilote	1.77	123.70	1.77	123.70
Totales/Resultante	-	177.63	-	173.69

### 2.2. Cargas Provenientes de tablero

Se indican las reacciones de las distintas secciones sobre la pila correspondiente

Tipo de carga	Seccion S ES3 Longitud = 25 m			Seccion S ES3 Longitud = 22 m		
	V	H <sub>transv.</sub>	H <sub>long.</sub>	V	H <sub>transv.</sub>	H <sub>long.</sub>
	[ton]	[ton]	[ton]	[ton]	[ton]	[ton]
Peso Propio del tablero	<b>115.1</b>	-	-	<b>102.8</b>	-	-
Sobrecarga	<b>113.4</b>	-	-	<b>85.1</b>	-	-
Frenado	-	-	<b>15.30</b>	-	-	<b>11.79</b>
Balanceo	-	<b>4.30</b>	-	-	<b>3.16</b>	-
Variacion de longitud	-	-	<b>12.40</b>	-	-	<b>10.78</b>
Viento	<b>±7.26</b>	<b>6.90</b>	-	<b>±7.3</b>	<b>6.50</b>	-

Tipo de carga	Sección S ES4 Longitud = 31.3			Sección S3 Longitud = 20		
	V	H <sub>transv.</sub>	H <sub>long.</sub>	V	H <sub>transv.</sub>	H <sub>long.</sub>
	[ton]	[ton]	[ton]	[ton]	[ton]	[ton]
Peso Propio del tablero	<b>152.7</b>	-	-	<b>113.8</b>	-	-
Sobrecarga	<b>121.5</b>	-	-	<b>92.9</b>	-	-
Frenado	-	-	<b>18.24</b>	-	-	<b>12.70</b>
Balanceo	-	<b>4.97</b>	-	-	<b>3.60</b>	-
Variacion de longitud	-	-	<b>15.38</b>	-	-	<b>23.40</b>
Viento	<b>±10.3</b>	<b>9.21</b>	-	<b>±7.79</b>	<b>6.80</b>	-

La pila 6C típica soporta dos secciones S ES3 de 25 m de cada lado.

La pila 6C especial soporta una sección tipo S ES3 de 22 m de longitud de un lado, y una sección tipo S ES4 de 31.3 m de longitud del otro.

La pila 6D soporta una sección tipo S ES3 de 25 m de longitud de un lado, y una sección tipo S3 de 20 m de longitud del otro.

### 3. Parámetros geotécnicos

Según sondeo n°11

#### 3.1. Coeficiente de balasto horizontal

Separación entre nodos en el modelo de cálculo

$l_i = 0.50$  m

Profundidad Inicial	Profundidad Final	kh [ton/m³]	k <sub>rh</sub> [ton/m]
-2.5	-9.0	250.00	187.50
-9.0	-13.0	200.00	150.00
-13.0	-20	500.00	375.00
-20.0	< -20	2000.00	1500.00

#### 3.2. Tensiones admisibles

Tensión admisible por punta:

$\sigma_{adm.punta} = 200$  ton/m²

Tensión admisible por fricción:

$\sigma_{adm.fricción}$ [ton/m²]	Cota de inicio	Cota de fin	L <sub>Fricc.</sub> [m]
1.0	2.5	9.0	6.5
2.0	9.0	13.0	4.0
3.0	13.0	-	15.0

#### 3.3. Recomendaciones

Longitud mínima de pilote

$L_{pil.mín} = 23.00$  m

Diámetro mínimo de pilote

$\varnothing_{pil.mín} = 1.00$  m

#### 4. Verificación de la capacidad portante de los pilotes

	Carga Máx. (ton)	Diámetro del pilote (m)	Sección del Pilote (m²)	Perímetro del pilote (m)	P <sub>adm</sub> (*) (ton)	Verifica
P6A <sub>T</sub>	597.5	1.50	1.77	4.71	634	Si
P6A <sub>E</sub>	630.6	1.50	1.77	4.71	634	Si
P6 <sub>B</sub>	578.9	1.50	1.77	4.71	634	Si

(\*)  $P_{adm} = \sigma_{adm.punta} \times A_{pil} + \sigma_{adm.fricción} \times Per_{pil} \times L_{Fricc.}$

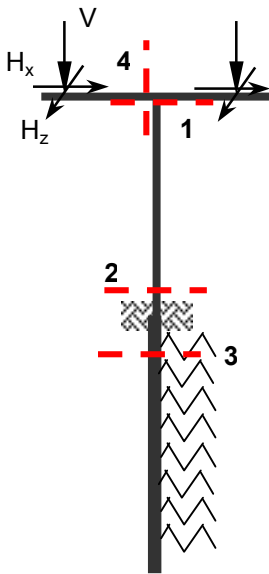
## 5. Calculo de solicitaciones y dimensionamiento de secciones

### 5.1. Modelo para el cálculo electrónico

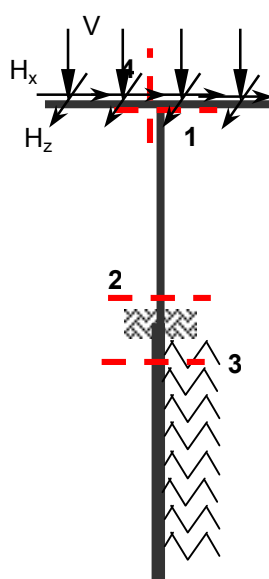
Se realiza un modelo de portico espacial, mediante proceso STAAD PRO 2005, para cada tipo de pila.  
 Se considera el efecto de segundo orden mediante el método P-D.

Esquema del Modelo

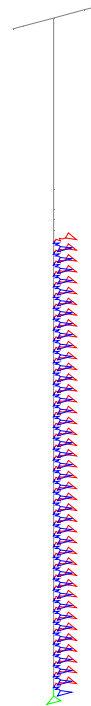
Secciones S ES3, S ES4



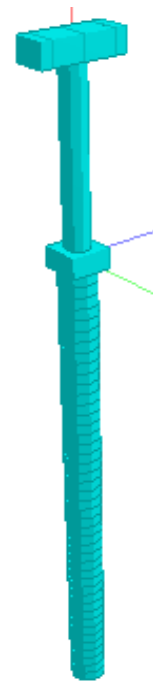
Sección S3



Vista del Modelo



Render 3D



Se consideran 2 estados de carga diferentes teniendo en cuenta:

- i ) Estados completos con mayor carga gravitatoria y mayor fuerza horizontal de frenado.
- ii ) Estados de sobrecarga desbalanceada longitudinalmente.

## 5.2. Diagramas de características envolvente obtenidos a partir del modelo de cálculo.

### 5.2.1 Diagrama de Características del Dintel

Flexión en z  $M_z$  [ton.m]

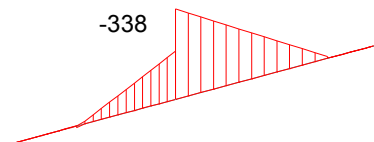
P6C típica

-311



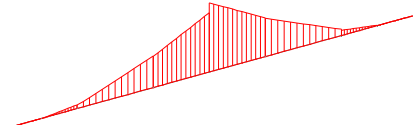
P6C especial

-338



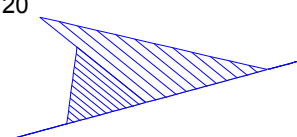
P6D

-290

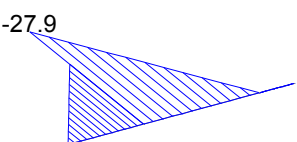


Flexión en y  $M_y$  [ton.m]

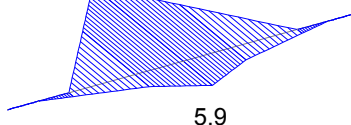
20



-27.9



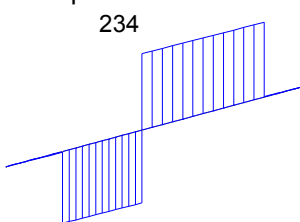
16.4



Corte en y  $Q_y$  [ton]

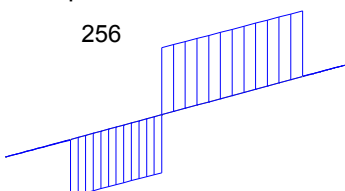
P6C típica

234



P6C especial

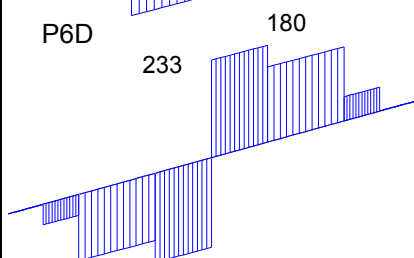
256



P6D

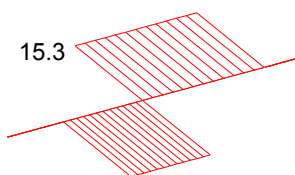
233

180

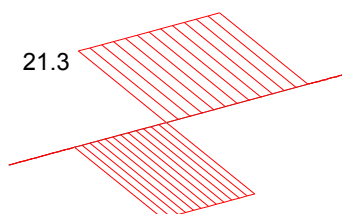


Corte en z  $Q_z$  [ton]

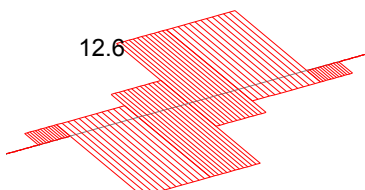
15.3



21.3



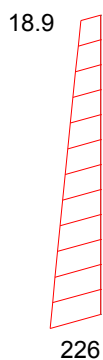
12.6



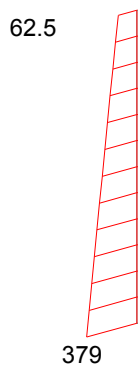
## 5.2.2 Diagrama de Características de la Columna

Flexión en z  $M_z$  [ton.m]

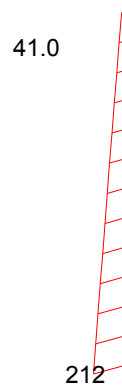
P6C típica



P6C especial

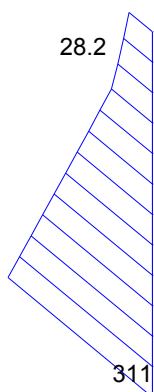


P6D

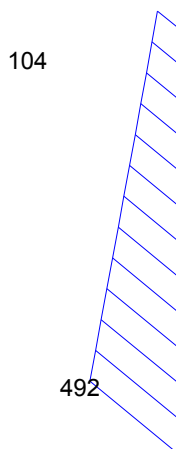


Flexión en y  $M_y$  [ton.m]

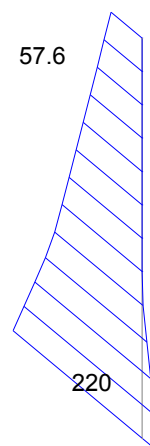
P6C típica



P6C especial

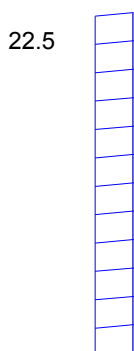


P6D

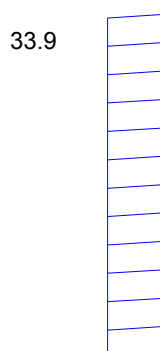


Corte en y  $Q_y$  [ton]

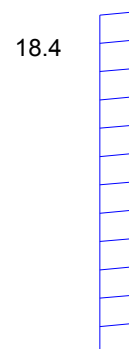
P6C típica



P6C especial



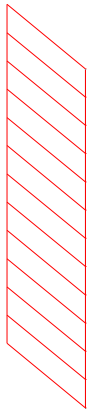
P6D



Corte en z Qz [ton]

P6C típica

30.6



P6C especial

42.6



P6D

25.3



10.7

### 5.2.3 Diagrama de Características de los Pilotes

Flexión en z Mz [ton.m]

P6C típica

304



P6C especial

506



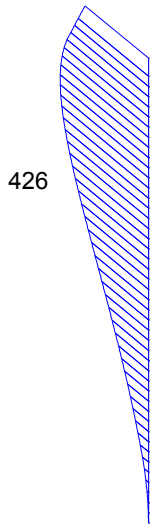
P6D

280

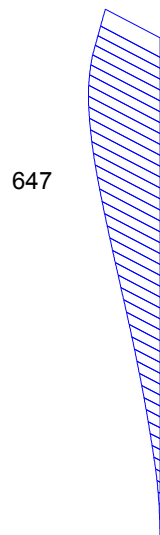


Flexión en y My [ton.m]

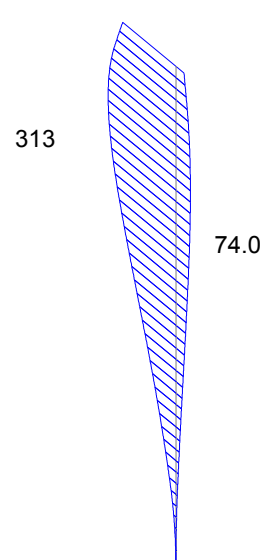
P6C típica



P6C especial

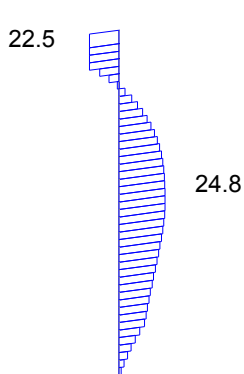


P6D

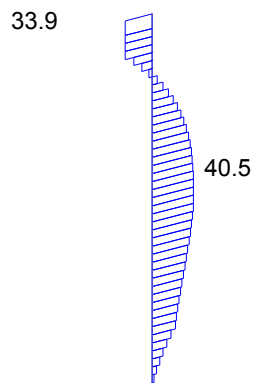


Corte en y Qy [ton]

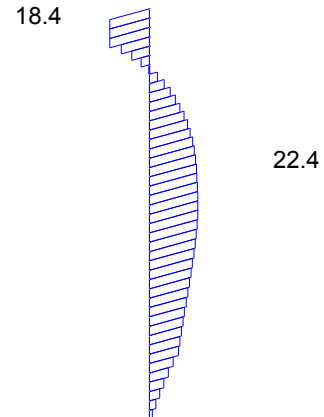
P6C típica



P6C especial

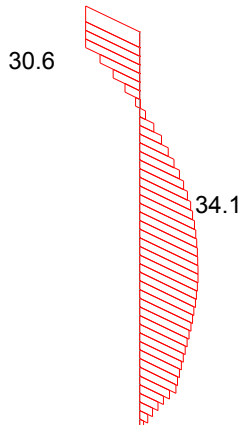


P6D

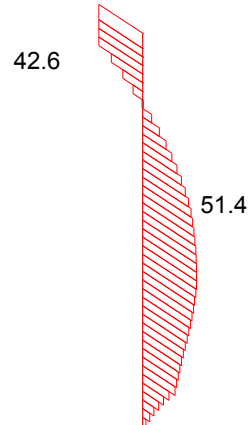


Corte en z Qz [ton]

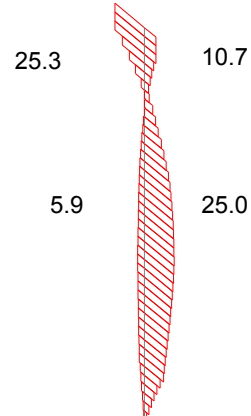
P6C típica



P6C especial



P6D



### 5.3. Dimensionamiento Pila 6C Típica

#### 5.3.1 Dimensionamiento del pilote y columna

Flexión en estados de Servicio

Diámetro Columna sección 1 y 2 = **1.40** m  $\Rightarrow$  Area = 1.539 m<sup>2</sup>

Diámetro Pilote sección 3 = **1.50** m  $\Rightarrow$  Area = 1.766 m<sup>2</sup>

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	m	n	$\omega_o$	$\mu$	fe nec.	$\phi$	Cant	fe adop
1	<b>62.9</b>	<b>-471</b>	0.01	-0.13	<b>0.00</b>	0.008	123.09	25	25.1	<b>25Ø25</b>
1	<b>23.9</b>	<b>-358</b>	0.00	-0.10	<b>0.00</b>	0.008	123.09	25	25.1	<b>25Ø25</b>
2	<b>384.5</b>	<b>-499</b>	0.08	-0.14	<b>0.30</b>	0.016	252.23	25	51.4	<b>52Ø25</b>
2	<b>152.0</b>	<b>-385</b>	0.03	-0.11	<b>0.00</b>	0.008	123.09	25	25.1	<b>52Ø25</b>
3	<b>527.1</b>	<b>-519</b>	0.11	-0.17	<b>0.45</b>	0.019	331.17	25	67.5	<b>90Ø25</b>
3	<b>222.1</b>	<b>-408</b>	0.05	-0.13	<b>0.10</b>	0.008	141.30	25	28.8	<b>90Ø25</b>

Corte en estados de Servicio

nº ramas = **2**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	$\tau_o$	Zona	$\tau_{red}$	fe (rama)	sep	adop
1/2	<b>38.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.40</b>	32.93	Zona I	13.17	0.31	0.10	<b>Ø10c/10</b>
3	<b>42.22</b>	<b>0.00</b>	<b>1.50</b>	31.87	Zona I	12.75	0.64	0.20	<b>Ø10c/20</b>

Torsión en estados de servicio

SECCION	M <sub>T</sub>	$\tau_T$	Fe <sub>T</sub>	$\tau_T < \tau_{o2}$	Q	$\tau_C$	Fe <sub>C</sub> rama	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{o2}$	Estribo
	[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]		[ton]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]	[ton/m <sup>2</sup> ]		
1 / 2	<b>0.0</b>	0.0	0.0	ok	<b>38.0</b>	13.2	3.8	<b>13.17</b>	ok	E° Ø10 c/10cm

Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	$\tau_T$	Fe <sub>T</sub>	$\Sigma$ Fe necesaria flex	$\Sigma$ Fe adoptada flex	Fe a agregar
	[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
1	<b>0.0</b>	0.0	0.0	252.2	255.3	---
2	<b>0.0</b>	0.0	0.0	123.1	255.3	---

### 5.3.2 Dimensionamiento del Dintel

#### Flexión Vertical en Estado de Servicio, Verificación como Ménsula Corta

##### Armadura Superior

$$P = 228.46 \text{ ton}$$

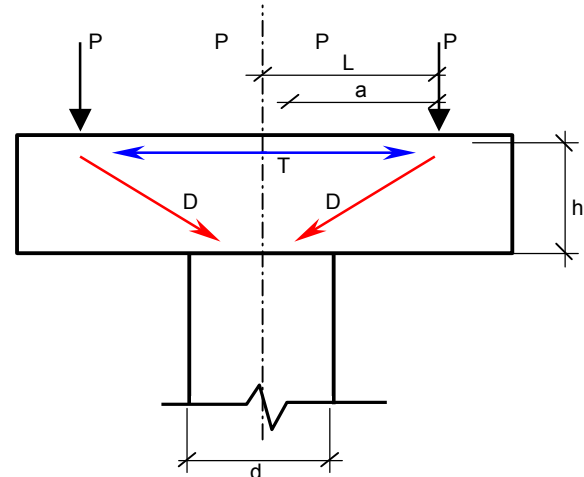
$$L = 1.51 \text{ m}$$

$$a = L - d/6 = 1.51 \text{ m}$$

$$h = 1.44 \text{ m}$$

$$T = P \times a / (0.8 \times h) = 299.5 \text{ ton}$$

$$A_s = T / \sigma_e = 124.8 \text{ cm}^2$$



**Armadura adoptada 26  $\phi$  25 (sup)**

##### Verificación de Biela Comprimida

$$D = \sqrt{(P^2 + T^2)} = 377 \text{ ton}$$

$$\sigma_b = D / (b \times 0.2 h)$$

$$\sigma_{adm} = \beta r / 2.1$$

$$\sigma_b = 87.2 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 109.5 \text{ kg/cm}^2 \quad \textbf{Verifica}$$

#### Flexión Horizontal en Estado de Servicio, Verificación como Ménsula Corta

##### Armadura Lateral

$$P = 15.32 \text{ ton}$$

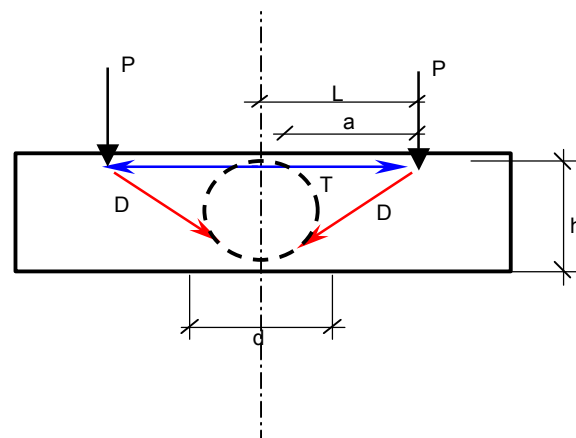
$$L = 1.51 \text{ m}$$

$$a = L - d/6 = 1.51 \text{ m}$$

$$h = 0.97 \text{ m}$$

$$T = P \times a / (0.8 \times h) = 29.8 \text{ ton}$$

$$A_s = T / \sigma_e = 12.4 \text{ cm}^2$$



**Armadura adoptada 7  $\phi$  20 (Lat)**

## 5.4. Dimensionamiento Pila 6D

### 5.4.1 Dimensionamiento del pilote y columna

#### Flexión en estados de Servicio

Diámetro Columna sección 1 y 2 = **1.40** m  $\Rightarrow$  Area = 1.539 m<sup>2</sup>

Diámetro Pilote sección 3 = **1.50** m  $\Rightarrow$  Area = 1.766 m<sup>2</sup>

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	m	n	$\omega_o$	$\mu$	fe <sub>nec.</sub>	$\phi$	Cant	fe <sub>adop</sub>
1	<b>69.3</b>	<b>-449</b>	0.01	-0.13	<b>0.00</b>	0.008	123.09	25	25.1	<b>26Ø25</b>
1	<b>60.9</b>	<b>-335</b>	0.01	-0.09	<b>0.00</b>	0.008	123.09	25	25.1	<b>26Ø25</b>
2	<b>287.3</b>	<b>-479</b>	0.06	-0.14	<b>0.10</b>	0.008	123.09	25	25.1	<b>26Ø25</b>
2	<b>252.5</b>	<b>-387</b>	0.05	-0.11	<b>0.10</b>	0.008	123.09	25	25.1	<b>26Ø25</b>
3	<b>372.4</b>	<b>-502</b>	0.08	-0.16	<b>0.35</b>	0.015	0.00	25	0.0	<b>90Ø25</b>
3	<b>353.9</b>	<b>-409</b>	0.08	-0.13	<b>0.35</b>	0.015	0.00	25	0.0	<b>90Ø25</b>

#### Corte en estados de Servicio

nº ramas = **2**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	$\tau_o$	Zona	$\tau_{red}$	fe (rama)	sep	adop
1/2	<b>27.80</b>	<b>0.00</b>	<b>1.40</b>	24.09	Zona I	9.64	0.34	0.15	<b>Ø10c/15</b>
3	<b>29.76</b>	<b>0.00</b>	<b>1.50</b>	22.47	Zona I	8.99	0.45	0.20	<b>Ø10c/20</b>

### 5.4.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	M <sub>T</sub>	$\tau_T$	Fe <sub>T</sub>	$\tau_T < \tau_{02}$	Q	$\tau_C$	Fe <sub>C</sub> rama	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo
	[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]		[ton]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]	[ton/m <sup>2</sup> ]		
1 / 2	<b>0.0</b>	0.0	0.0	ok	<b>27.8</b>	9.6	2.8	<b>9.64</b>	ok	E° Ø10 c/10cm

#### Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	$\tau_T$	Fe <sub>T</sub>	$\Sigma$ Fe <sub>necesaria</sub> flex	$\Sigma$ Fe <sub>adoptada</sub> flex	Fe a agregar
	[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
1	<b>0.0</b>	0.0	0.0	123.1	127.6	---
2	<b>0.0</b>	0.0	0.0	123.1	127.6	---

## 5.4.2 Dimensionamiento del Dintel

### Flexión Vertical en Estado de Servicio, Verificación como Ménsula Corta

#### Armadura Superior

$$P = 201.73 \text{ ton}$$

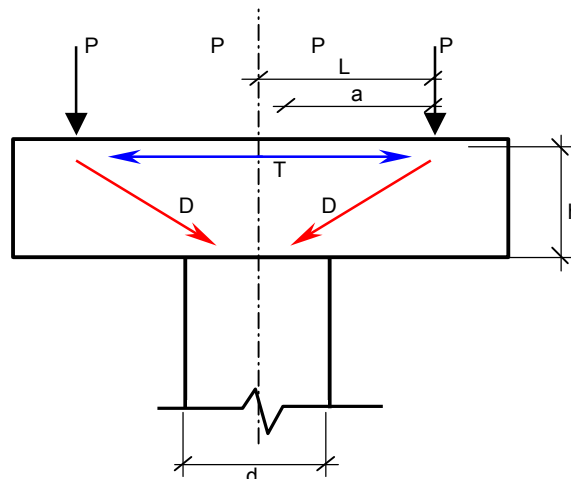
$$L = 1.17 \text{ m}$$

$$a = L - d/6 = 1.17 \text{ m}$$

$$h = 1.17 \text{ m}$$

$$T = P \times a / (0.8 \times h) = 252.2 \text{ ton}$$

$$A_s = T / \sigma_e = 105.1 \text{ cm}^2$$



**Armadura adoptada 22  $\phi$  25 (sup)**

#### Verificación de Biela Comprimida

$$D = \sqrt{(P^2 + T^2)} = 323 \text{ ton}$$

$$\sigma_b = D / (b \times 0.2 h)$$

$$\sigma_{adm} = \beta r / 2.1$$

$$\sigma_b = 92.0 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 109.5 \text{ kg/cm}^2 \quad \textbf{Verifica}$$

### Flexión Horizontal en Estado de Servicio, Verificación como Ménsula Corta

#### Armadura Lateral

$$P = 14.02 \text{ ton}$$

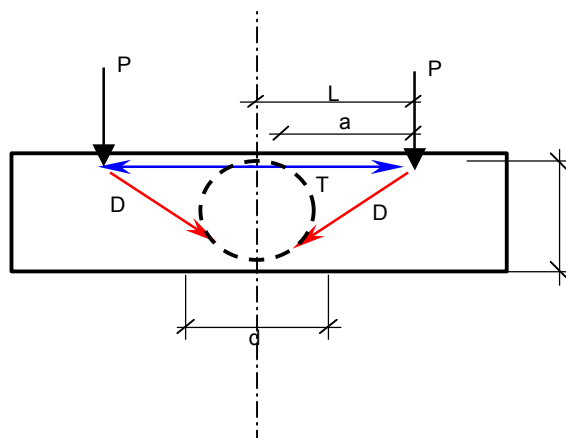
$$L = 1.17 \text{ m}$$

$$a = L - d/6 = 1.17 \text{ m}$$

$$h = 0.97 \text{ m}$$

$$T = P \times a / (0.8 \times h) = 21.1 \text{ ton}$$

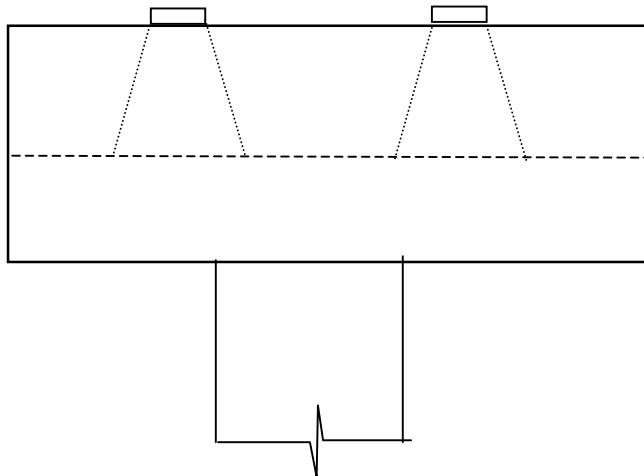
$$A_s = T / \sigma_e = 8.8 \text{ cm}^2$$



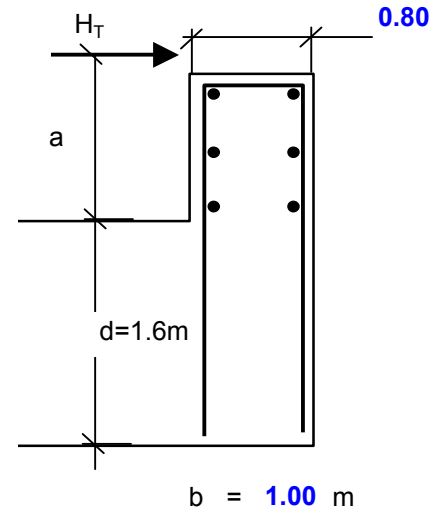
**Armadura adoptada 4  $\phi$  20 (Lat)**

### 5.4. 3 Dimensionamiento del Apoyo de la Sección S3 en el Dintel

Vista Frontal



Vista Lateral



$$H = 7.65 \text{ ton} \quad \text{Esfuerzo de frenado sobre 1 apoyo}$$

$$H = 7.65 \text{ ton/m} \quad \text{Esfuerzo de frenado distribuido}$$

$$a = 1 \text{ m}$$

$$z = 0.61 \text{ m}$$

$$Z = 12.50 \text{ ton/m}$$

$$Fe = 2.98 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Adoptado: } \phi 12 \text{ c/ } 20 \text{ cm} = 5.65 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Verificación de la biela comprimida:

$$\sigma_b = 168.057 \text{ ton/m}^2 < \sigma_{\text{admisible}} = 1095.24 \text{ ton/m}^2 \Rightarrow \text{Verifica}$$

## 5.5. Dimensionamiento Pila 6C ESPECIAL

### 5.5.1.Flexión en estados de Servicio

Diámetro Columna sección 1 y 2 = **1.40** m  $\Rightarrow$  Area = 1.539 m<sup>2</sup>

Diámetro Pilote sección 3 = **1.50** m  $\Rightarrow$  Area = 1.766 m<sup>2</sup>

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	m	n	$\omega_o$	$\mu$	fe nec.	$\phi$	Cant	fe adop
1	<b>90.5</b>	<b>-474</b>	0.02	-0.13	<b>0.00</b>	0.008	123.09	25	25.1	<b>25Ø25</b>
1	<b>114.9</b>	<b>-389</b>	0.02	-0.11	<b>0.00</b>	0.008	123.09	25	25.1	<b>25Ø25</b>
2	<b>542.8</b>	<b>-504</b>	0.11	-0.14	<b>0.45</b>	0.025	378.34	25	77.1	<b>77Ø25</b>
2	<b>553.9</b>	<b>-418</b>	0.11	-0.12	<b>0.45</b>	0.025	378.34	25	77.1	<b>77Ø25</b>
3	<b>729.7</b>	<b>-440</b>	0.16	-0.14	<b>0.75</b>	0.031	551.95	25	112.4	<b>112Ø25</b>
3	<b>720.9</b>	<b>-522</b>	0.16	-0.17	<b>0.75</b>	0.031	551.95	25	112.4	<b>112Ø25</b>

orte en estados de Servicio

nº ramas = **2**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	$\tau_o$	Zona	$\tau_{red}$	fe (rama)	sep	adop
1/2	<b>48.44</b>	<b>0.00</b>	<b>1.40</b>	41.98	Zona I	16.79	0.39	0.10	<b>Ø10c/10</b>
3	<b>57.96</b>	<b>0.00</b>	<b>1.50</b>	43.75	Zona I	17.50	0.77	0.18	<b>Ø10c/17.5</b>

Torsión en estados de servicio

SECCION	M <sub>T</sub>	$\tau_T$	Fe <sub>T</sub>	$\tau_T < \tau_{02}$	Q	$\tau_C$	Fe <sub>C</sub> rama	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo
	[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]		[ton]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]	[ton/m <sup>2</sup> ]		
1 / 2	<b>0.0</b>	0.0	0.0	ok	<b>48.4</b>	16.8	4.9	<b>16.79</b>	ok	<b>E° Ø10 c/10cm</b>

Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	$\tau_T$	Fe <sub>T</sub>	$\Sigma$ Fe necesaria flex	$\Sigma$ Fe adoptada flex	Fe a agregar
	[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
1	<b>0.0</b>	0.0	0.0	378.3	378.0	0.37
2	<b>0.0</b>	0.0	0.0	378.3	378.0	0.37

### 5.5.2 Dimensionamiento del Dintel

#### Flexión Vertical en Estado de Servicio, Verificación como Ménsula Corta

##### Armadura Superior

$$P = 232.66 \text{ ton}$$

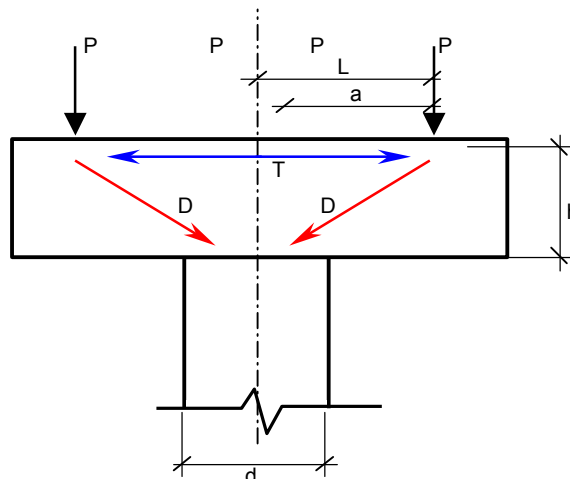
$$L = 1.51 \text{ m}$$

$$a = L - d/6 = 1.51 \text{ m}$$

$$h = 1.44 \text{ m}$$

$$T = P \times a / (0.8 \times h) = 305.0 \text{ ton}$$

$$A_s = T / \sigma_e = 127.1 \text{ cm}^2$$



**Armadura adoptada 26  $\phi$  25 (sup)**

##### Verificación de Biela Comprimida

$$D = \sqrt{P^2 + T^2} = 384 \text{ ton}$$

$$\sigma_b = D / (b \times 0.2 h)$$

$$\sigma_{adm} = \beta r / 2.1$$

$$\sigma_b = 88.8 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 109.5 \text{ kg/cm}^2 \quad \textbf{Verifica}$$

#### Flexión Horizontal en Estado de Servicio, Verificación como Ménsula Corta

##### Armadura Lateral

$$P = 15.00 \text{ ton}$$

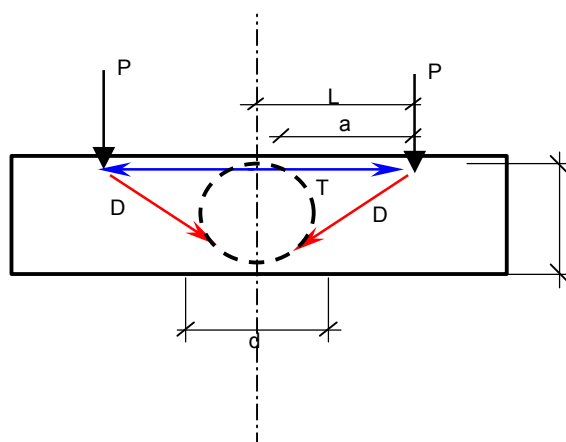
$$L = 1.51 \text{ m}$$

$$a = L - d/6 = 1.51 \text{ m}$$

$$h = 0.97 \text{ m}$$

$$T = P \times a / (0.8 \times h) = 29.2 \text{ ton}$$

$$A_s = T / \sigma_e = 12.2 \text{ cm}^2$$



**Armadura adoptada 7  $\phi$  20 (Lat)**