

00	07/12/2016	EMISIÓN ORIGINAL	J.R.	N.S.	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




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

TÍTULO:  
  
INFRAESTRUCTURA - PILA TIPO 3E  
MEMORIA DE CÁLCULO

PROY.	J.R.	ESCALAS :        -	FECHA:        07/12/2016	N°: VFBS-PE-ES-MC-0121-00
ELAB.	N.S.			
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 3E 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 columnas a las fundaciones, formadas por un único pilote para cada columna.

Debido a la planimetría del viaducto, de un lado de la pila el tablero está compuesto por 10 vigas premoldeadas de hormigón, mientras que del otro lado esta compuesto por 12.

### 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.

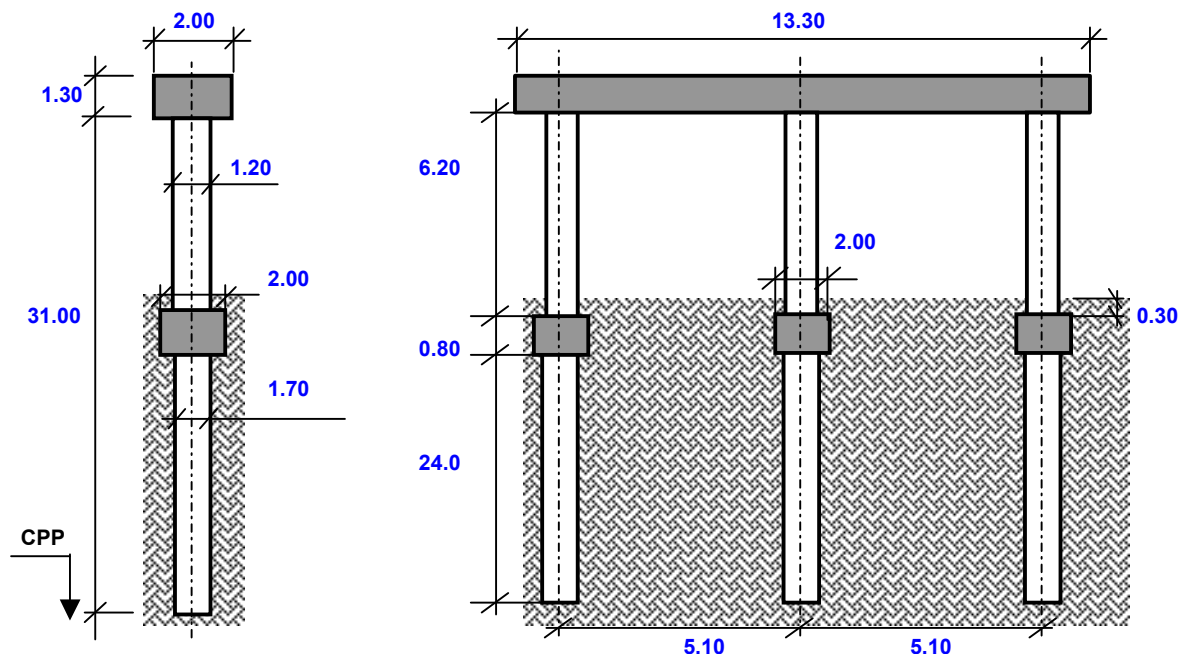
El dimensionamiento de las estructuras se realiza de acuerdo con el cuerpo de Reglamentos C.I.R.S.O.C.

Los materiales previstos en este anteproyecto 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



### 2. Análisis de Cargas

Nº PILOTES = **3**

Nº COLUMNAS = **3**

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

Peso específico = **2.50** ton/m<sup>3</sup>

ELEMENTO	SECCIÓN	PESO (Ge)
	m <sup>2</sup>	ton
Dintel	2.60	86.45
Cabezal	4.00	24.00
Columna	1.13	52.59
Pilote	2.27	408.56
Totales/Resultante	-	571.60

## 2.2. Cargas Provenientes de tablero

Las cargas que actúan sobre la pila corresponden a dos vías con tableros de 20.50m a cada lado.

Reacciones del tablero de 4 vigas por vía

Tipo de carga	V	H <sub>transv.</sub>	H <sub>long.</sub>
	[ton]	[ton]	[ton]
Peso Propio del tablero	117.48	-	-
Sobrecarga	97.38	-	-
Frenado	-	-	13.25
Balanceo	-	4.00	-
Viento Cargado	±6.62	7.00	-
Viento	±1.55	3.97	-

Reacciones del tablero de 6 vigas por vía

Tipo de carga	V	H <sub>transv.</sub>	H <sub>long.</sub>
	[ton]	[ton]	[ton]
Peso Propio del tablero	175.34	-	-
Sobrecarga	97.38	-	-
Frenado	-	-	13.25
Balanceo	-	4.00	-
Viento Cargado	±3.97	7.00	-
Viento	±0.93	3.97	-

## 3. Parámetros geotécnicos

Según sondeo n°10

### 3.1. Coeficiente de balasto horizontal

Separación entre nodos en el modelo de cálculo

li = **0.50** m

Profundidad Inicial	Profundidad Final	kh	k <sub>rh</sub>
		[ton/m³]	[ton/m]
-1.5	-10.0	250	213
-10.0	-23.0	500	425
-23.0	< -23	2000	1700

### 3.2. Tensiones admisibles

Tensión admisible por punta:

$$\sigma_{\text{adm.punta}} = 400 \text{ ton/m}^2$$

Tensión admisible por fricción:

$\sigma_{\text{adm.fricción}}$ [ton/m <sup>2</sup> ]	Cota de inicio	Cota de fin	L <sub>Fricc.</sub> [m]
0.0	0.0	1.5	1.5
1.0	1.5	10.0	8.5
3.0	10.0	-	15.1

### 3.3. Recomendaciones

Longitud mínima de pilote

$$L_{\text{pilmin}} = 25.00 \text{ m}$$

Diámetro mínimo de pilote

$$\varnothing_{\text{pil.min}} = 1.00 \text{ m}$$

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

Carga máxima en pilote

$$P_{\text{máx}} = 1010.0 \text{ ton}$$

Diámetro de pilote adoptado

$$\varnothing_{\text{pil}} = 1.70 \text{ m}$$

Sección del pilote

$$A_{\text{pil}} = 2.27 \text{ m}^2$$

Perímetro del pilotes

$$\text{Per.pil} = 5.34 \text{ m}$$

Capacidad admisible  $P_{\text{adm}} = \sigma_{\text{adm.punta}} \times A_{\text{pil}} + \sigma_{\text{adm.fricción}} \times \text{Per}_{\text{pil}} \times L_{\text{Fricc.}}$

$$P_{\text{adm}} = 1195 \text{ ton} > P_{\text{máx}} \implies \text{Verifica}$$

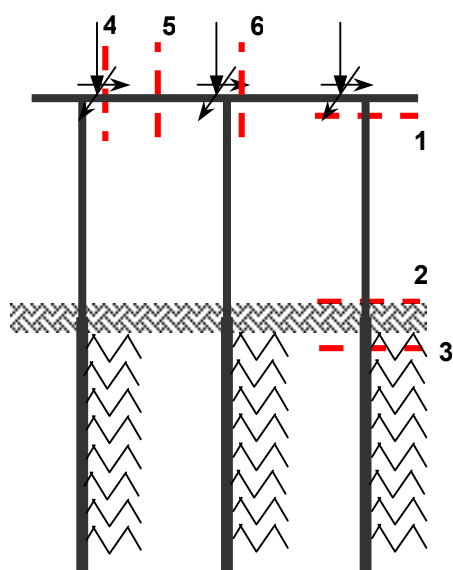
## 5. Calculo de solicitaciones y dimensionamiento de secciones

### 5.1. Modelo para el cálculo electrónico

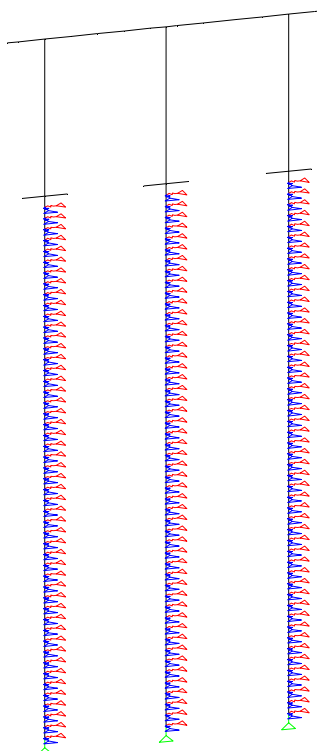
Portico espacial, mediante proceso STAAD PRO 2005.

Se considera el efecto de segundo orden mediante el método P-D.

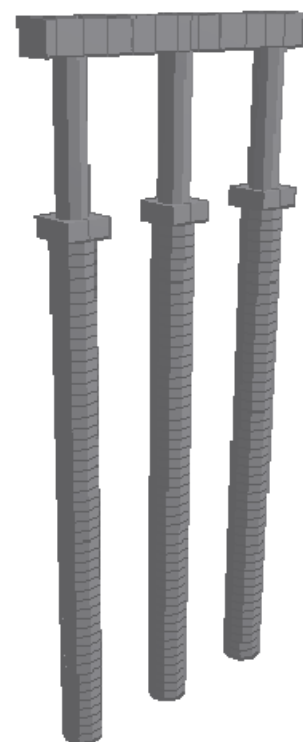
Esquema del Modelo



Vista del Modelo



Render 3D

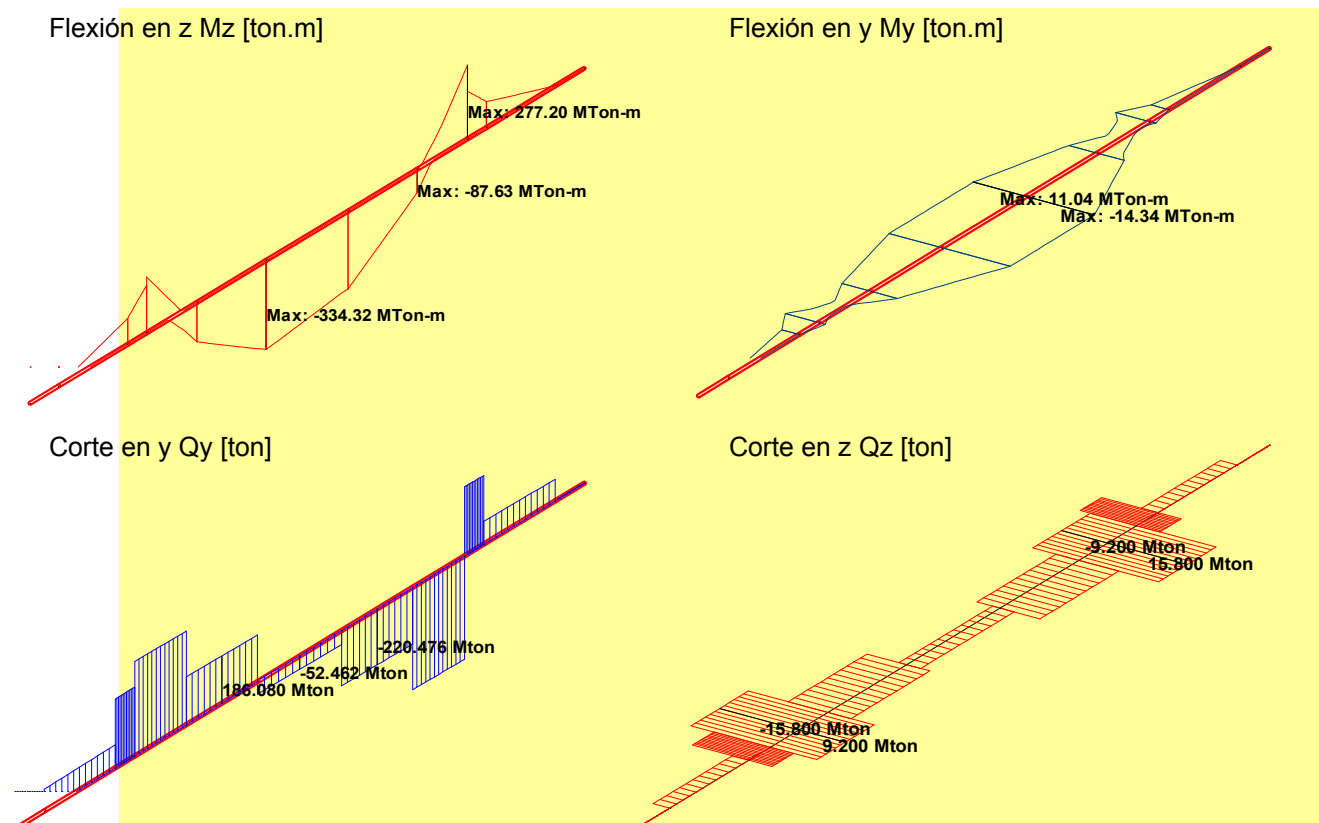


Se consideran 6 estados de carga diferentes teniendo en cuenta:

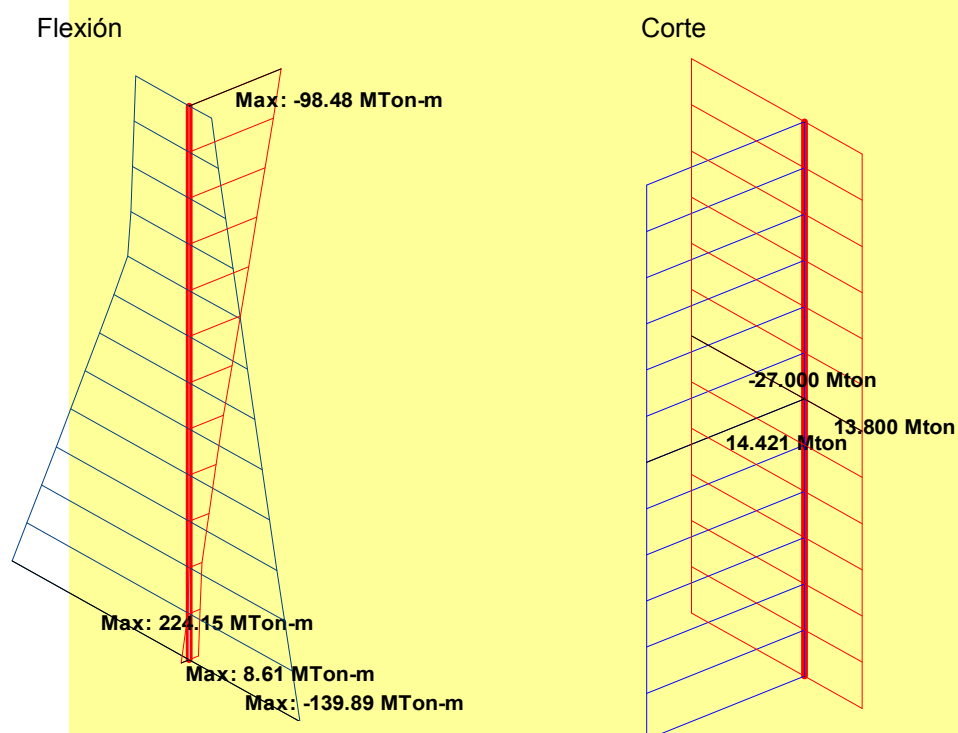
- i ) Estados sin carga ferroviaria.
- ii ) Estados con la mayor sobrecarga.
- iii ) Estados de sobrecarga desbalanceada longitudinal y transversalmente.
- iv ) Estados sin cargas instantaneas.

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

### 5.2.1 Diagrama de Características del Dintel

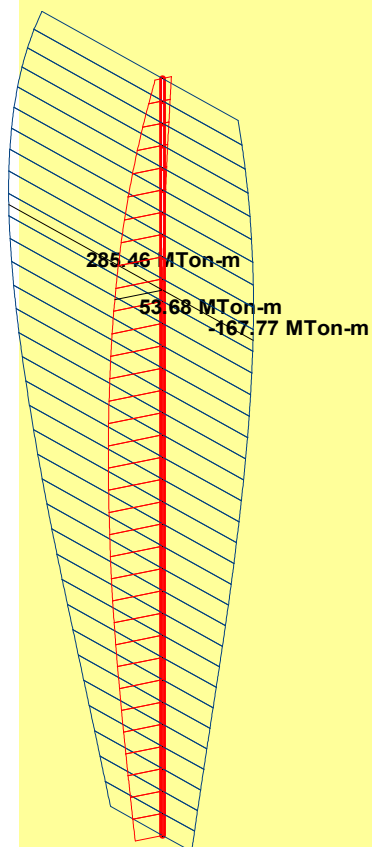


### 5.2.2 Diagrama de Características de la Columna

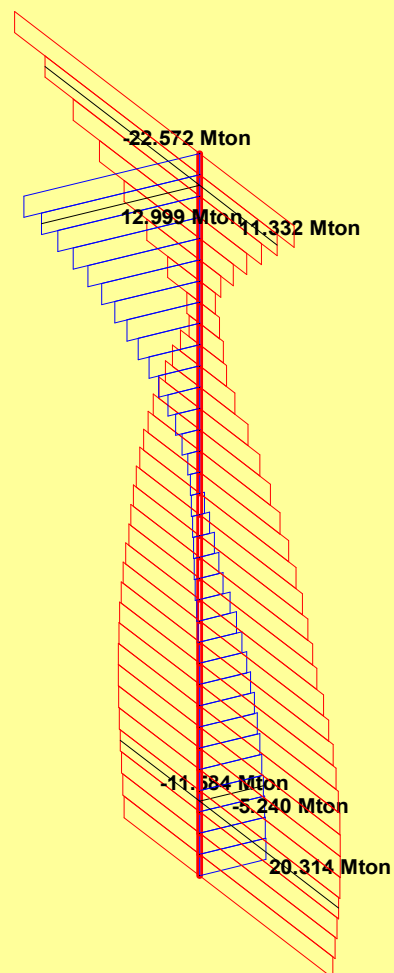


#### 5.2.4 Diagrama de Características de los Pilotes

Flexión



Corte



### 5.3. Dimensionamiento del pilote y columna

#### 5.3.1. Flexión en estados de Servicio

Diámetro Columna sección 1 y 2 = **1.20** m  $\Rightarrow$  Area = 1.130 m<sup>2</sup>

Diámetro Pilote sección 3 = **1.70** m  $\Rightarrow$  Area = 2.269 m<sup>2</sup>

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	m	n	$\omega_o$	$\mu$	$f_{e\ nec.}$	$\phi$	Cant	$f_{e\ adop}$
1	<b>82.76</b>	<b>527.0</b>	0.027	0.20	<b>0.00</b>	0.008	90.43	25	18.4	<b>20Ø25</b>
2	<b>175.14</b>	<b>645.0</b>	0.056	0.25	<b>0.00</b>	0.008	90.43	25	18.4	<b>20Ø25</b>
3	<b>243.15</b>	<b>932.0</b>	0.027	0.18	<b>0.00</b>	0.008	181.49	25	37.0	<b>37Ø25</b>

#### 5.3.2. Corte en estados de Servicio

nº ramas = **2**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	$\tau_o$	Zona	$\tau_{red}$	$f_e$ (rama)	sep	adop
1 / 2	<b>28.32</b>	<b>0.00</b>	<b>1.20</b>	33.41	Zona I	13.36	0.53	0.20	<b>Ø10c/20</b>
3	<b>24.32</b>	<b>0.00</b>	<b>1.70</b>	14.29	Zona I	5.72	0.49	0.30	<b>Ø8c/30</b>

## 5.4. Dimensionamiento del Dintel

### 5.4.1. Flexión Vertical en estados de Servicio

Armadura mínima  $fe_{min} = 39.00 \text{ cm}^2$  ( $\mu_{min} = 0.15\%$ )

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	fe <sub>nec</sub>	fe <sub>calc</sub>	$\phi$	cant	fe <sub>adop</sub>
4	-84.75	0.00	1.30	84.75	19.20	28.54	39.00	20	12.42	14Ø20 (sup) (*)
5	302.00	0.00	1.30	302.00	10.17	105.70	105.70	25	21.54	24Ø25 (inf)
6	-105.60	0.00	1.30	105.60	17.20	35.89	39.00	20	12.42	14Ø20 (sup)

(\*) Esfuerzo tomado a filo de apoyo

### 5.4.2. Flexión Horizontal en estados de Servicio

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	fe <sub>nec</sub>	fe <sub>calc</sub>	$\phi$	cant	fe <sub>adop</sub>
4	10.00	0.00	2.00	10.00	70.31	2.13	2.13	12	2	5Ø12
5	25.00	0.00	2.00	25.00	44.47	5.38	5.38	12	4.76	5Ø12
6	24.00	0.00	2.00	24.00	45.38	5.16	5.16	12	4.57	5Ø12

### 5.4.3. Corte Vertical en estados de Servicio

nº ramas= 6

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS			
	Q	b	d	$\tau_0$	Zona	$\tau_{red}$	fe	Adoptado
4	285.00	2.00	1.30	132.01	Zona II	72.61	60.51	2r. Ø16c/10 + 4r. Ø10c/10 (*)
5	110.00	2.00	1.30	50.95	Zona I	20.38	16.98	2r. Ø16c/10 + 4r. Ø10c/10
6	226.00	2.00	1.30	104.68	Zona II	45.66	38.05	2r. Ø16c/10 + 4r. Ø10c/10

(\*) Esfuerzo tomado a distancia de apoyo directo

### 5.4.4. Corte Horizontal en estados de Servicio

nº ramas= 2

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS			
	Q	b	d	$\tau_0$	Zona	$\tau_{red}$	fe (rama)	Adoptado
4 / 6	7.80	1.30	2.00	3.58	Zona I	1.43	0.78	Ø16c/10cm
5	2.00	1.30	2.00	0.92	Zona I	0.37	0.20	Ø16c/10cm

#### 5.4.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	dt	bt	dt/bt	$\beta$
4	2.0	1.3	1.5	0.246
5	2.0	1.3	1.5	0.246
5	2.0	1.3	1.5	0.246

(S/ Cuaderno 220)

SECCION	$M_T$	$\tau_T$	$Fe_T$	$\tau_T < \tau_{02}$	$Q$	$\tau_C$	$Fe_{C\text{rama}}$	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
	[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> ]		
4	<b>99.0</b>	119.1	8.2	ok	<b>230.0</b>	45.1	6.3	<b>164.19</b>	ok	<b>Ø16 c/10cm</b>
5	<b>119.0</b>	143.1	9.9	ok	<b>83.0</b>	15.0	2.1	<b>158.14</b>	ok	<b>Ø16 c/10cm</b>
6	<b>119.0</b>	143.1	9.9	ok	<b>201.0</b>	36.4	5.1	<b>179.50</b>	ok	<b>Ø16 c/10cm</b>

#### Armatura Longitudinal de Torsión

SECCION	$M_T$	$\tau_T$	$Fe_T$	$M_E$	$\Sigma Fe_{\text{necesaria flex}}$	$\Sigma Fe_{\text{adoptada flex}}$	$Fe \text{ a agregar}$
	[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[ton.m]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
4	<b>99.0</b>	119.1	53.4	<b>219.0</b>	84.53	173.10	---
5	<b>119.0</b>	143.1	64.2	<b>132.0</b>	50.95	173.10	---
5	<b>119.0</b>	143.1	64.2	<b>48.0</b>	41.05	173.10	---