




00	30/10/2016	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



IATA S.A.
INGENIERÍA



ntec
Ingenieros Consultores

PROYECTO EJECUTIVO

VIADUCTO FC BELGRANO SUR

TRAMO CALLE DIÓGENES TABORDA - ESTACIÓN CONSTITUCIÓN

TÍTULO:

INFRAESTRUCTURA - PILA TIPO IC

MEMORIA DE CÁLCULO

PROY.	J.R.	ESCALAS : -	FECHA: 30/10/2016	N°: VFBS-PE-ES-MC-0113-00
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 1C 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 y dos pilotes transversales.

Se estudia la situación en la que ambos tramos de vigas ferroviarias poseen una luz de 25m.

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

2.2. Cargas Provenientes de tablero

Las cargas que actúan sobre la pila corresponden 2 tramos cuya luz entre ejes de apoyos es igual a 25 m.

Las cargas indicadas en la planilla corresponden a la reacción de 1 tablero sobre la pila.

Tipo de carga	V	H _{transv.}	H _{long.}
	[ton]	[ton]	[ton]
Peso Propio del tablero	110.50	-	-
Sobrecarga	107.27	-	-
Frenado	-	-	12.00
Balanceo	-	4.00	-
Viento	±5.77	7.50	-

3. Parámetros geotécnicos

Según sondeo n°3

3.1. Coeficiente de balasto horizontal

Separación entre nodos en el modelo de cálculo

li = **0.50** m

Profundidad Inicial	Profundidad Final	kh	k _{rh}
		[ton/m³]	[ton/m]
-1.5	-10.0	250.00	212.50
-10.0	-20.0	300.00	255.00
-20.0	< -20	2000.00	1700.00

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 _{Fricc.}
			[m]
1.0	1.5	10.0	8.5
2.0	10.0	20.0	10.0
3.0	20.0	-	7.0

3.3. Recomendaciones

Longitud mínima de pilote

L_{pil.min} = **27.00** m

Diámetro mínimo de pilote

$\emptyset_{pil.min}$ = **1.00** m

4. Verificación de la capacidad portante de los pilotes

Carga máxima en pilote $P_{\text{máx}} = 716.6$ ton

Diámetro de pilote adoptado $\varnothing_{\text{pil}} = 1.70$ m

Sección del pilote $A_{\text{pil}} = 2.27$ m²

Perímetro del pilotes $\text{Per.pil} = 5.34$ m

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

$P_{\text{adm}} = 718$ ton $> P_{\text{máx}} \implies \text{Verifica}$

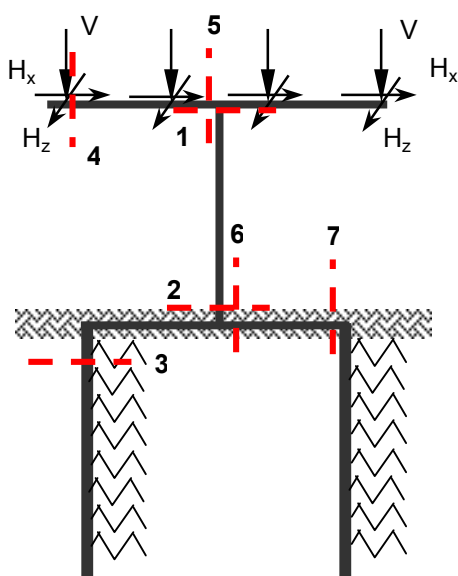
5. Calculo de solicitaciones y dimensionamiento de secciones

5.1. Modelo para el cálculo electrónico

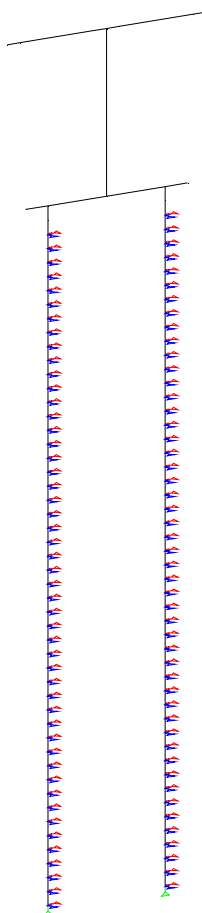
Portico espacial, mediante proceso STAAD PRO 2005.

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

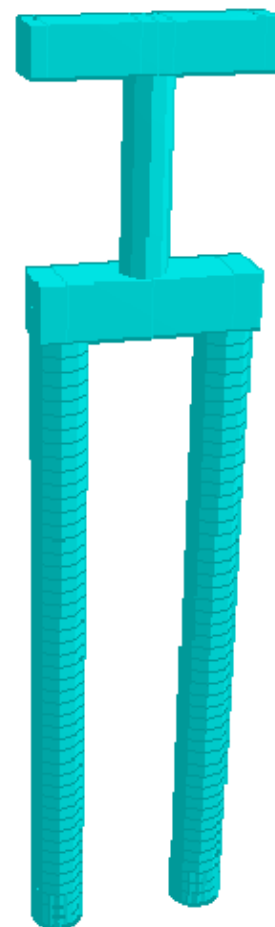
Esquema del Modelo



Vista del Modelo



Render 3D



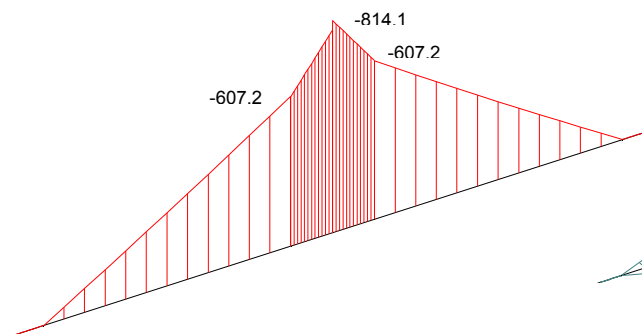
Se consideran 6 estados de carga diferentes teniendo en cuenta:

- i) Estados completos con mayor carga gravitatoria y mayor fuerza horizontal de frenado.
- ii) Estados completos con mayor carga gravitatoria y frenado contra sentido, generando torsión.
- iii) Estados de sobrecarga desbalanceada transversalmente.
- iv) Estados de sobrecarga desbalanceada longitudinalmente.
- v) Estados de sobrecarga desbalanceada transversal y longitudinalmente.
- vi) Estados de sobrecarga y frenado generando mayor torsión.

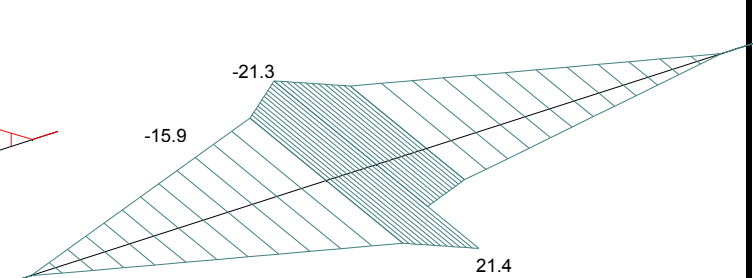
5.2. Diagramas de características envolvente obtenidos a partir del modelo de cálculo.

5.2.1 Diagrama de Características del Dintel

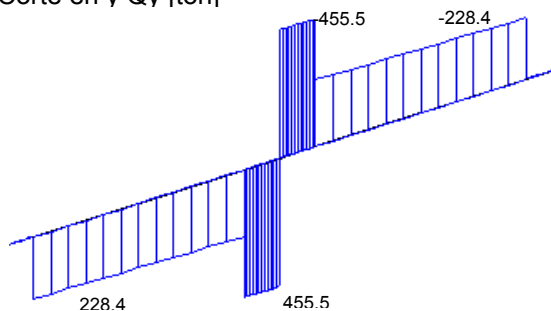
Flexión en z Mz [ton.m]



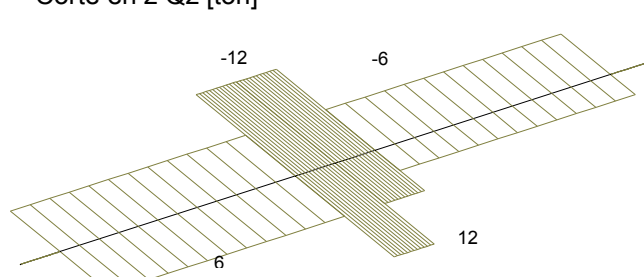
Flexión en y My [ton.m]



Corte en y Qy [ton]

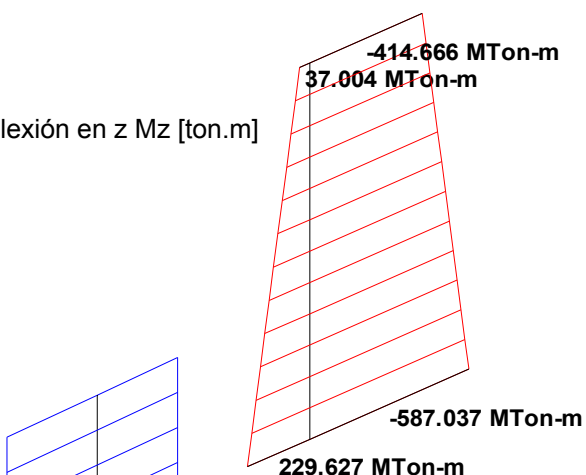


Corte en z Qz [ton]

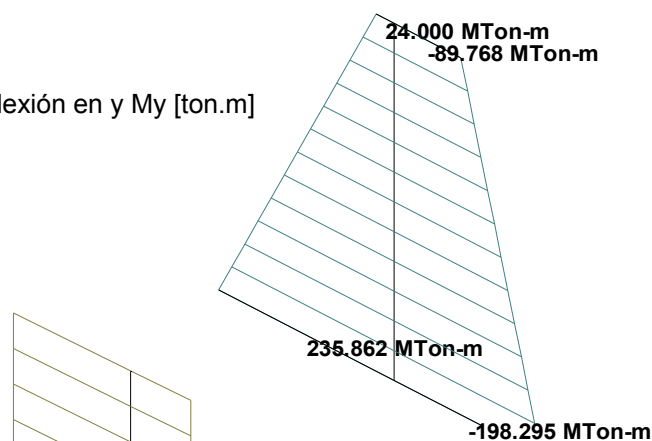


5.2.2 Diagrama de Características de la Columna

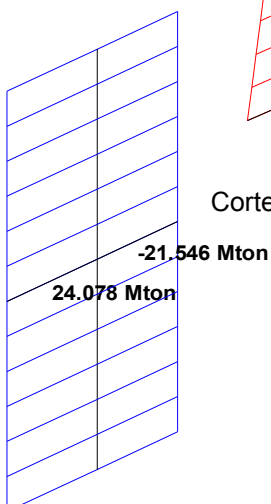
Flexión en z Mz [ton.m]



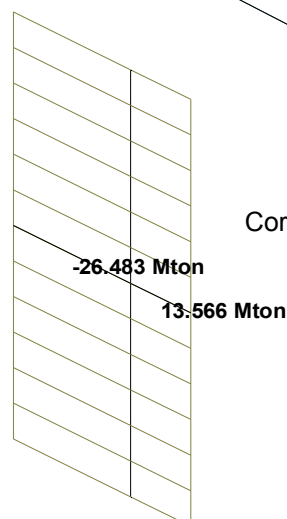
Flexión en y My [ton.m]



Corte en y Qy [ton]

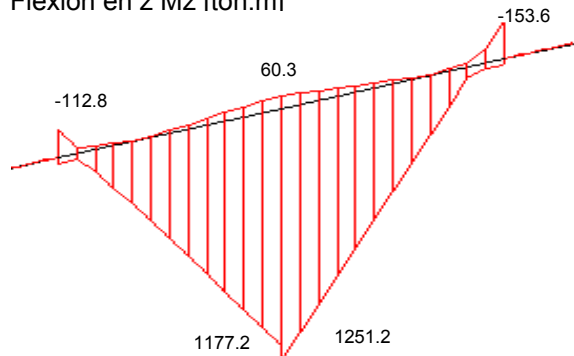


Corte en z Qz [ton]

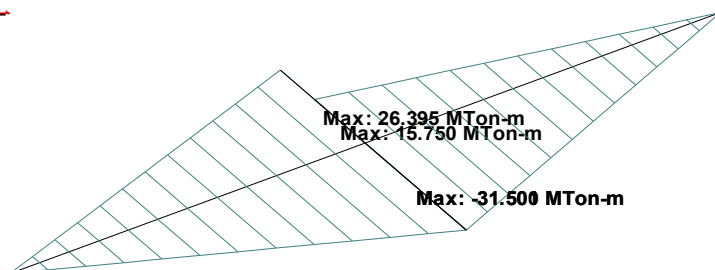


5.2.3 Diagrama de Características del Cabezal

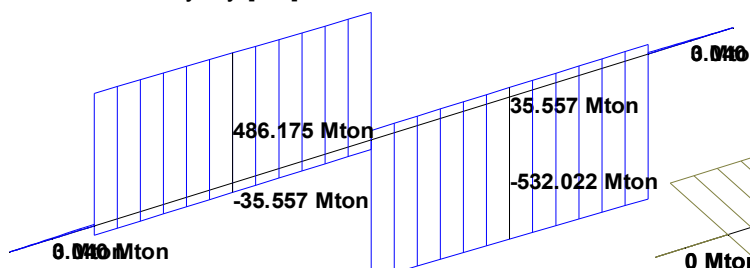
Flexión en z Mz [ton.m]



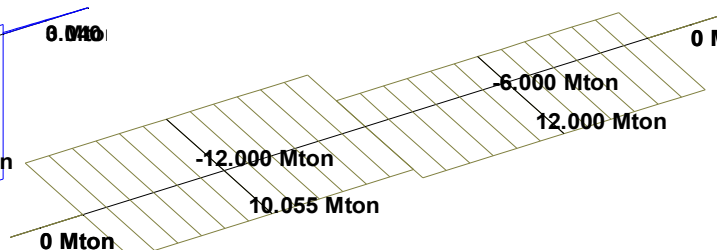
Flexión en y My [ton.m]



Corte en y Qy [ton]

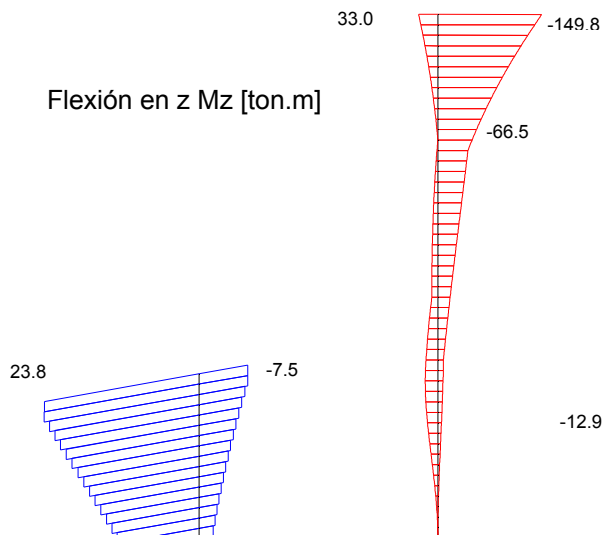


Corte en z Qz [ton]

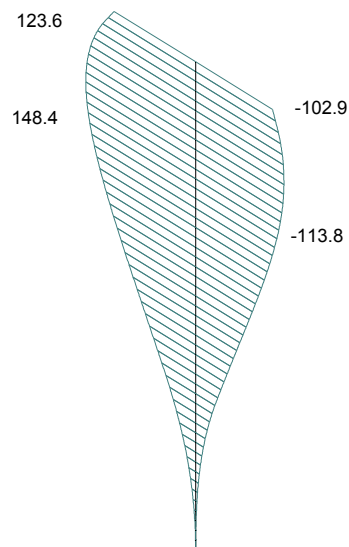


5.2.4 Diagrama de Características de los Pilotes

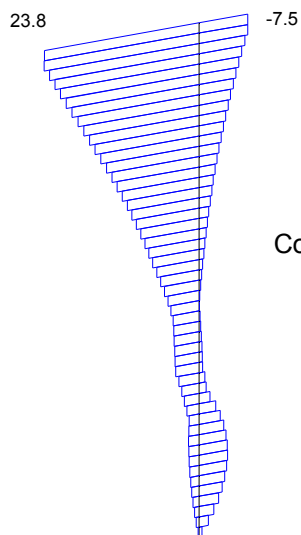
Flexión en z Mz [ton.m]



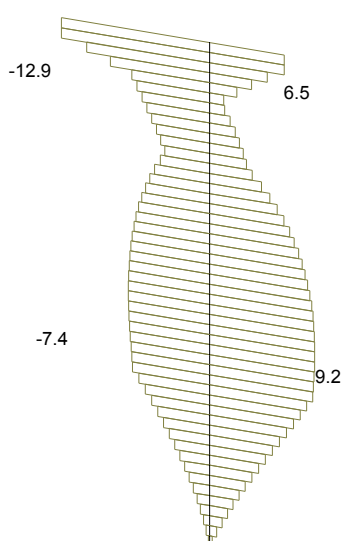
Flexión en y My [ton.m]



Corte en y Qy [ton]



Corte en z Qz [ton]



5.3. Dimensionamiento del pilote y columna

5.3.1. Flexión en estados de Servicio

Diámetro Columna sección 1 y 2 = **1.40** m \Rightarrow Area = 1.539 m²

Diámetro Pilote sección 3 = **1.70** m \Rightarrow Area = 2.269 m²

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	m	n	ω_o	μ	fe _{nec.}	ϕ	Cant	fe _{adop}
1	44.09	-913.6	0.009	-0.26	0.00	0.008	123.09	25	25.08	45Ø25
1	414.81	-699.1	0.084	-0.20	0.23	0.013	193.38	25	39.39	45Ø25
2	230.12	-913.9	0.046	-0.26	0.00	0.008	123.09	25	25.08	82Ø25
2	576.51	719.5	0.116	0.20	0.46	0.025	386.75	25	78.79	82Ø25
3	199.50	-555.4	0.022	-0.11	0.00	0.008	181.49	25	36.97	37Ø25
3	50.78	-689.7	0.006	-0.13	0.00	0.008	181.49	25	36.97	37Ø25

5.3.2. Corte en estados de Servicio

nº ramas = **2**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	τ_{red}	fe (rama)	sep	adop
1	35.79	0.00	1.40	31.02	Zona I	12.41	0.22	0.08	Ø10c/7.5
2	24.10	0.00	1.40	20.88	Zona I	8.35	0.15	0.08	Ø10c/7.5
3	24.60	0.00	1.70	14.46	Zona I	5.78	0.49	0.30	Ø8c/30

5.4.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	M _T	τ_T	Fe _T	$\tau_T < \tau_{02}$	Q	τ_C	Fe _c rama	$\tau_c + \tau_T$	$\tau_c + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ² /m]		[ton]	[ton/m ²]	[cm ² /m]	[ton/m ²]		
1 / 2	42.7	79.2	5.8	ok	24.1	8.4	2.4	87.52	ok	E° Ø10 c/7.5cm

Armatura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	τ_T	Fe _T	Σ Fe _{necesaria} flex	Σ Fe _{adoptada} flex	Fe a agregar
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
1	42.7	79.2	25.4	123.09	220.89	---
2	21.3	39.5	12.7	386.75	402.52	---

5.4. Dimensionamiento del Dintel

5.4.1. Flexión Vertical en estados de Servicio

Armadura mínima $f_{e\ min} = 19.13\ cm^2$ ($\mu_{min} = 0.15\%$)

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	$f_{e\ nec}$	$f_{e\ calc}$	ϕ	cant	$f_{e\ adop}$
4	-2.20	-9.50	0.85	5.76	40.82	0.00	19.13	25	3.90	34Ø25 (sup)
5	-549	4.75	1.60	545.02	8.13	159.28	159.28	25	32.46	34Ø25 (sup)

5.4.2. Flexión Horizontal en estados de Servicio

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	$f_{e\ nec}$	$f_{e\ calc}$	ϕ	cant	$f_{e\ adop}$
4	0.00	-1.95	1.50	1.37	114.42	0.00	0.00	16	0	3Ø16
5	15.90	-3.91	1.50	18.64	42.48	3.73	3.73	16	1.86	8Ø16

5.4.3. Corte Vertical en estados de Servicio

nº ramas= 6

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_0	Zona	τ_{red}	f_e (rama)	sep	Adoptado
4	220.45	1.50	0.85	181.22	Zona II	136.84	0.71	0.05	Ø10c/5cm
5	234.86	1.50	1.60	117.32	Zona II	57.35	0.60	0.10	Ø10c/10cm (*)

(*) Esfuerzo tomado a filo de apoyo

5.4.4. Corte Horizontal en estados de Servicio

nº ramas= 2

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_0	Zona	τ_{red}	f_e (rama)	sep	Adoptado
4	6.03	0.85	1.50	5.68	Zona I	2.27	0.01	0.05	Ø10c/5cm
5	12.00	1.60	1.50	6.00	Zona I	2.40	0.03	0.10	Ø10c/10cm

5.4.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	d/b	β
4	1.8	0.246
5	1.1	0.221

(S/ Cuaderno 220)

SECCION	M_T	τ_T	Fe_T	$\tau_T < \tau_{02}$	Q	τ_C	Fe_{Crama}	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ² /m]		[ton]	[ton/m ²]	[cm ² /m]	[ton/m ²]		
4	22.4	84.0	3.9	ok	166.8	98.7	10.3	182.77	ok	Ø10 c/5cm
5	22.4	28.2	2.1	ok	183.2	35.9	3.7	64.08	ok	Ø10 c/10cm

Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	τ_T	Fe_T	$\Sigma Fe_{necesaria}^{flex}$	$\Sigma Fe_{adoptada}^{flex}$	$Fe a agregar$
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
4	22.4	84.0	18.1	38.25	203.09	---
5	22.4	28.2	12.5	166.74	223.19	---

Nota: La densificacion de estribos en el dintel se debe producir desde 25cm del eje de la columna.

5.5. Dimensionamiento del Cabezal

5.5.1. Flexión Vertical en estados de Servicio

Armadura mínima $fe_{min} = 54.15 \text{ cm}^2$ ($\mu_{min} = 0.15\%$)

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	fe _{nec}	fe _{calc}	ϕ	cant	fe _{adop}
6	1251.2	10.05	1.90	1242.12	7.24	308.77	308.77	25	62.90	64Ø25 (inf)
6	0.0	-10.05	1.90	9.05	84.79	0.00	54.15	25	11.03	12Ø25 (sup)
7	0.0	-5.07	1.90	4.56	119.42	0.00	54.15	25	11.03	64Ø25 (inf)
7	-10.0	-10.05	1.90	19.05	58.43	0.08	54.15	25	11.03	12Ø25 (sup)

5.5.2. Flexión Horizontal en estados de Servicio

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	fe _{nec}	fe _{calc}	ϕ	cant	fe _{adop}
6	30.64	5.05	1.85	25.97	50.04	8.15	8.15	16	4.05	6Ø16

5.5.3. Corte Vertical en estados de Servicio

nº ramas = **8**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	τ_{red}	fe (rama)	sep	adop
7	553.2	1.90	1.90	159.1	Zona II	105.53	1.04	0.1	Ø12c/10cm

(*) Esfuerzo tomado a filo de apoyo

5.5.4 Corte Horizontal en estados de Servicio

nº ramas = **2**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	τ_{red}	fe (rama)	sep	adop
6	12.0	1.90	1.90	4.02	Zona I	1.61	0.06	0.1	Ø12c/10cm

5.5.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	d/b	β
6	1.0	0.221

(S/ Cuaderno 220)

SECCION	M_T	τ_T	Fe_T	$\tau_T < \tau_{02}$	Q	τ_C	Fe_C rama	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ² /m]							
6	118.2	78.0	7.2	ok	542.0	130.0	12.9	207.99	ok	E° Ø16 c/10cm

Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	τ_T	Fe_T	ΣFe necesaria flex	ΣFe adoptada flex	Fe a agregar
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
6	118.2	78.0	53.3	316.92	397.19	---