




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 ID

MEMORIA DE CÁLCULO

PROY.	J.R.	ESCALAS : -	FECHA: 30/10/2016	N°: VFBS-PE-ES-MC-0114-00
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 1D 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 los tramos de vigas ferroviarias que apoyan en la pila poseen diferente largo, de 20m y 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.

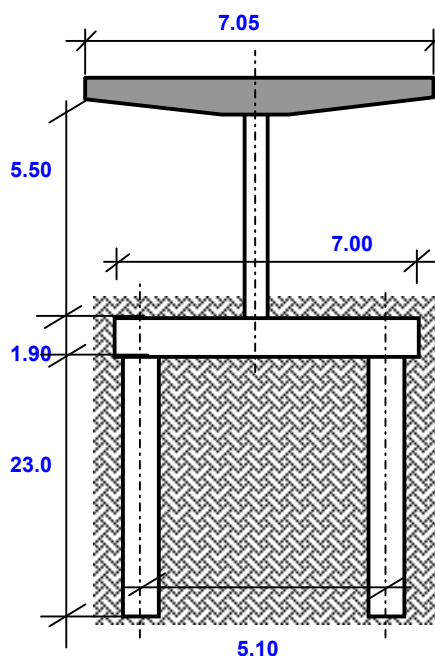
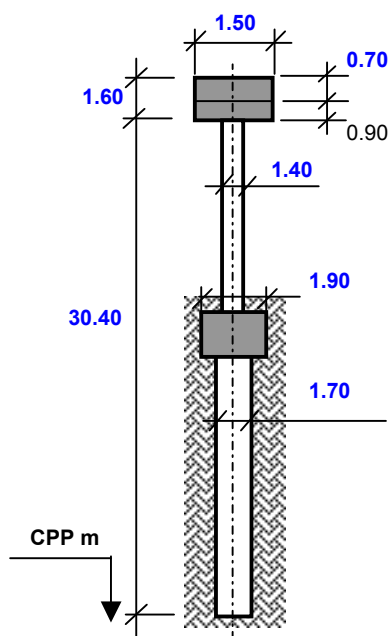
El dimensionamiento de las estructuras se realiza de acuerdo con el cuerpo de Reglamentos C.I.R.S.O.C.

Los materiales previstos en este anteproyecto son:

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

II.- INFRAESTRUCTURA

1. Geometría



Nº PILOTES = **2**

2. Análisis de Cargas

2.1. Cargas Permanentes (Peso propio pila)

Peso específico = **2.50** ton/m³

ELEMENTO	SECCIÓN	PESO (Ge)
	m ²	ton
Dintel	2.40	42.30
Cabezal	3.61	63.18
Columna	1.54	21.17
Pilote	2.27	261.03
Totales/Resultante	-	387.67

2.2. Cargas Provenientes de tablero

Las cargas que actúan sobre la pila corresponden 2 tramos de diferentes luces entre apoyos.

Las cargas indicadas en la planilla corresponden al promedio de las reacciones de 1 tablero sobre la pila.

Tipo de carga	V	H _{transv.}	H _{long.}
	[ton]	[ton]	[ton]
Peso Propio del tablero	97.95	-	-
Sobrecarga	100.07	-	-
Frenado	-	-	12.00
Balanceo	-	4.00	-
Variacion de longitud	-	-	1.47
Viento	±10.38	6.75	-

3. Parámetros geotécnicos

Según sondeo n°6

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	11.0	250.00	212.50
11.0	15.0	500.00	425.00
15.0	>15	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	11.0	9.5
2.5	11.0	15.0	4.0
3.0	15.0	-	8.0

3.3. Recomendaciones

Longitud mínima de pilote

L_{pil.min} = **23.00** m

Diámetro mínimo de pilote

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

4. Verificación de la capacidad portante de los pilotes

Carga máxima en pilote $P_{\text{máx}} = 653.6 \text{ ton}$

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

$P_{\text{adm}} = 686 \text{ ton} > P_{\text{máx}} \Rightarrow \text{Verifica}$

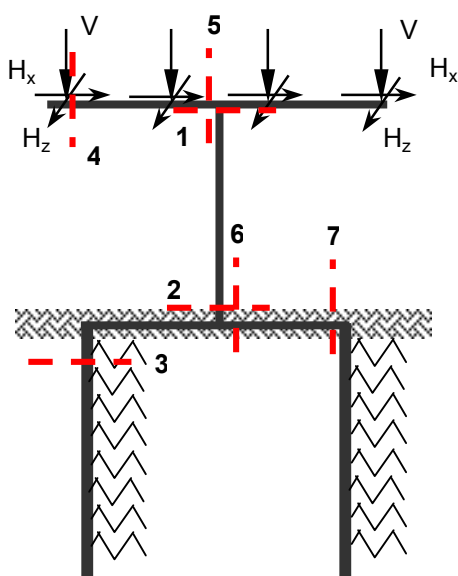
5. Calculo de solicitaciones y dimensionamiento de secciones

5.1. Modelo para el cálculo electrónico

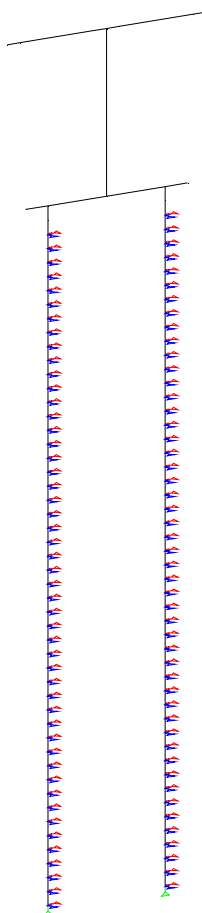
Portico espacial, mediante proceso STAAD PRO 2005.

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

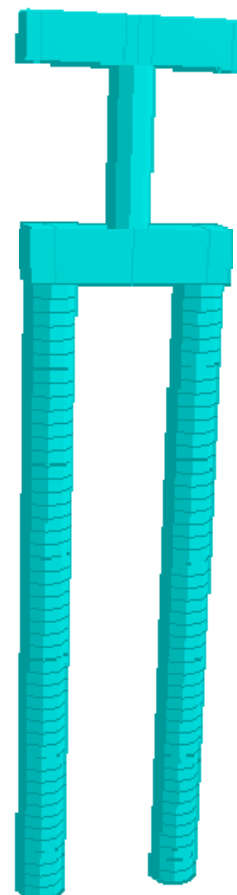
Esquema del Modelo



Vista del Modelo



Render 3D



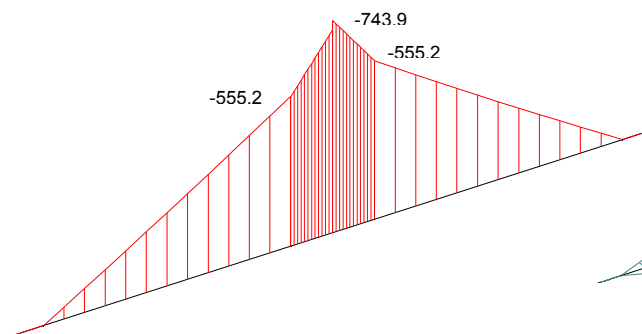
Se consideran 6 estados de carga diferentes teniendo en cuenta:

- 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.

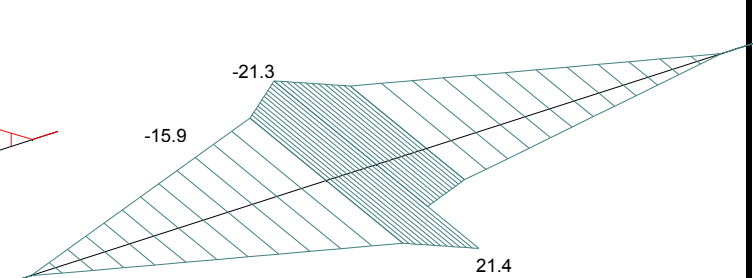
5.2. Diagramas de características envolvente obtenidos a apartir del modelo de cálculo.

5.2.1 Diagrama de Características del Dintel

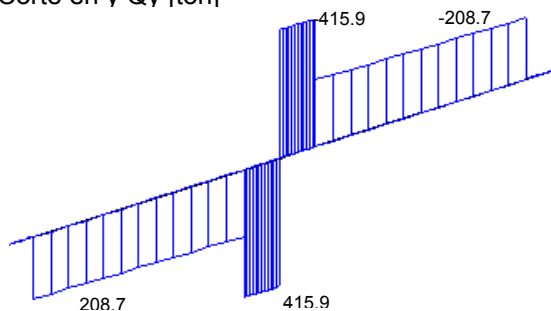
Flexión en z Mz [ton.m]



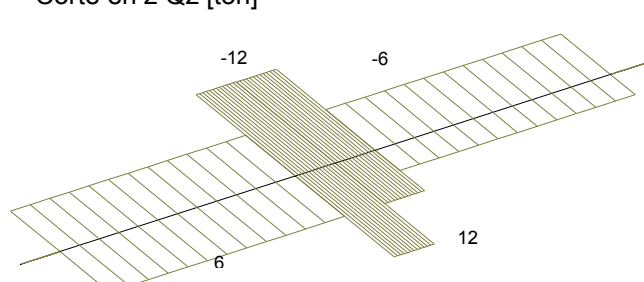
Flexión en y My [ton.m]



Corte en y Qy [ton]

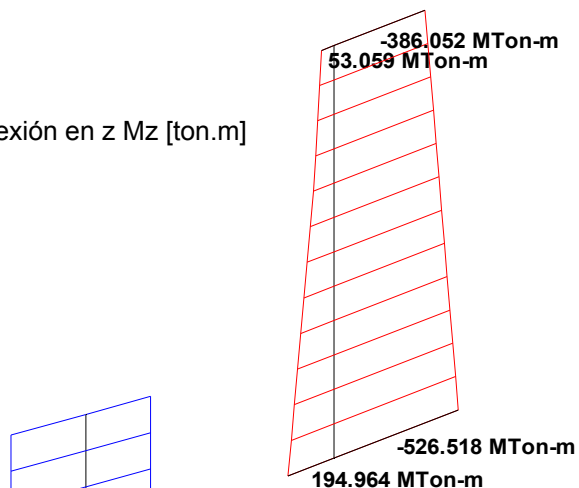


Corte en z Qz [ton]

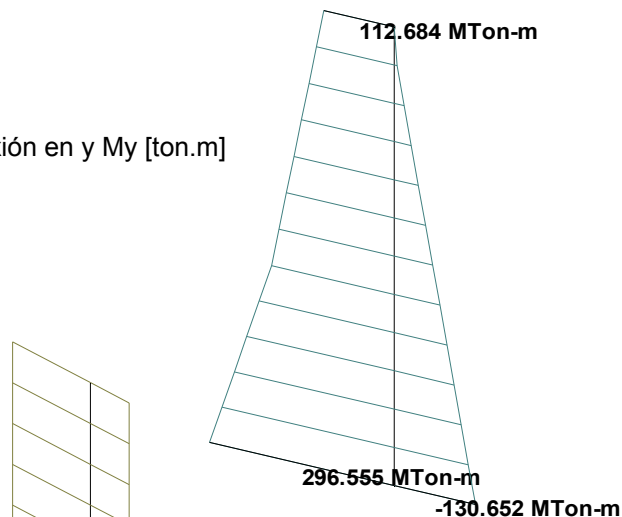


5.2.2 Diagrama de Características de la Columna

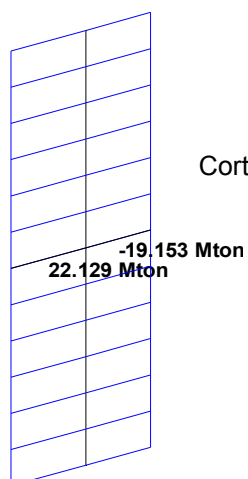
Flexión en z Mz [ton.m]



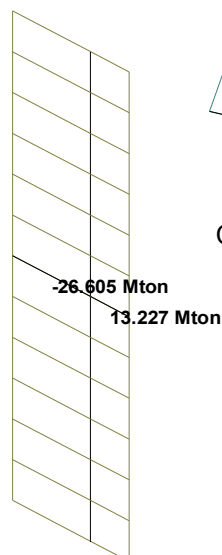
Flexión en y My [ton.m]



Corte en y Qy [ton]

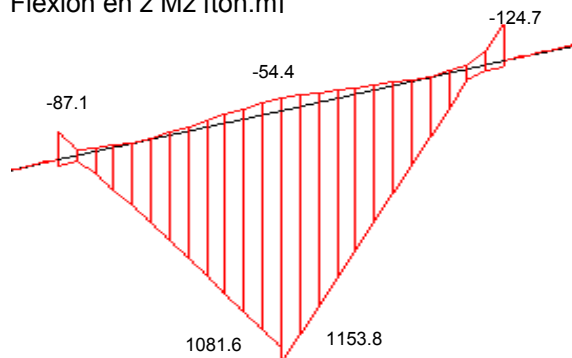


Corte en z Qz [ton]

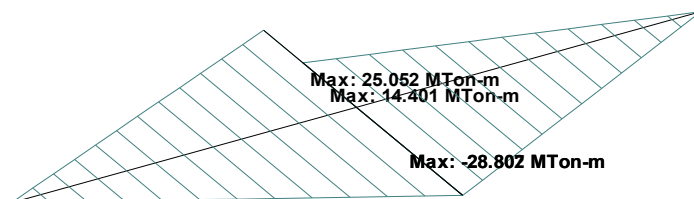


5.2.3 Diagrama de Características del Cabezal

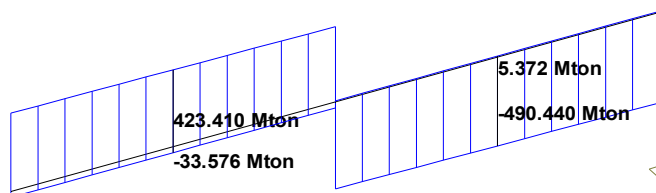
Flexión en z Mz [ton.m]



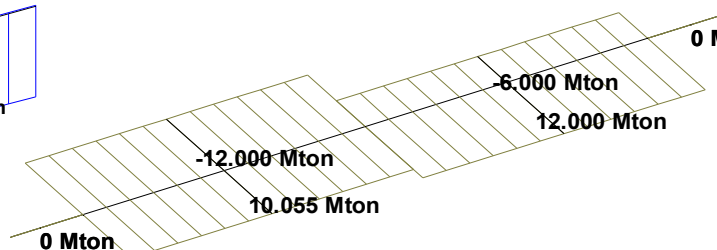
Flexión en y My [ton.m]



Corte en y Qy [ton]

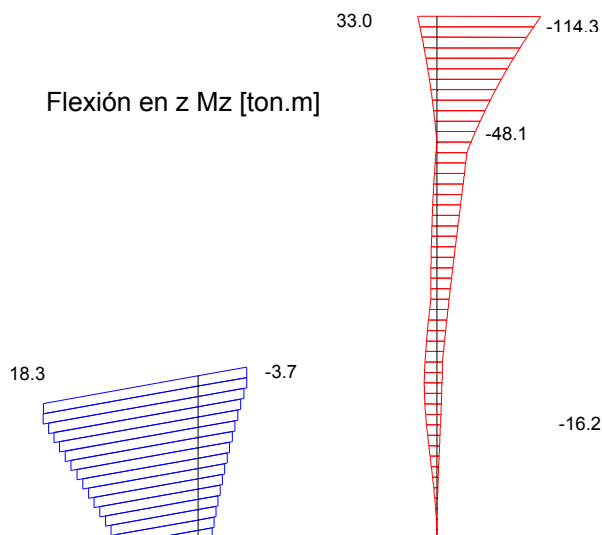


Corte en z Qz [ton]

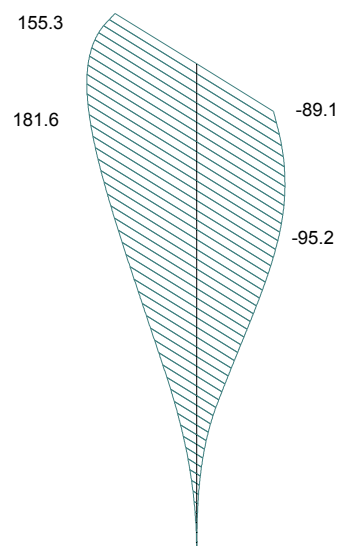


5.2.4 Diagrama de Características de los Pilotes

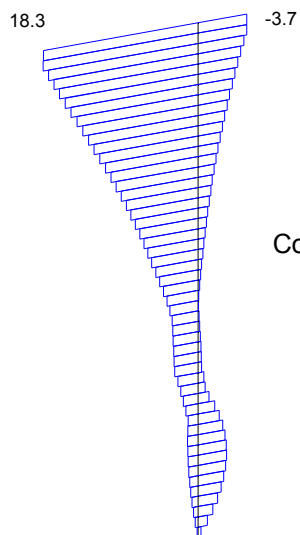
Flexión en z Mz [ton.m]



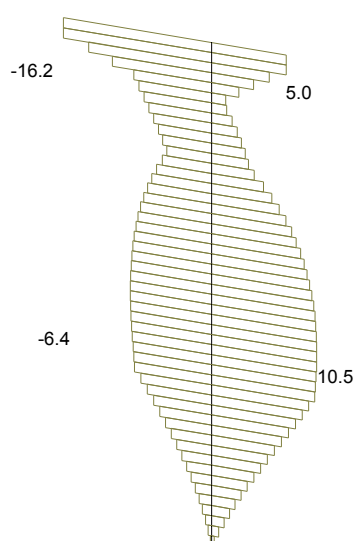
Flexión en y My [ton.m]



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	66.65	-834.7	0.013	-0.24	0.00	0.008	123.09	25	25.08	36Ø25
1	386.10	-634.5	0.078	-0.18	0.18	0.010	151.34	25	30.83	36Ø25
2	197.40	-857.8	0.040	-0.24	0.00	0.008	123.09	25	25.08	68Ø25
2	524.40	654.9	0.106	0.19	0.38	0.021	319.49	25	65.09	68Ø25
3	181.41	-505.6	0.020	-0.10	0.00	0.008	181.49	25	36.97	37Ø25
3	49.32	-570.9	0.006	-0.11	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	39.76	0.00	1.40	34.46	Zona I	13.78	0.32	0.10	Ø10c/10
2	22.13	0.00	1.40	19.18	Zona I	7.67	0.18	0.10	Ø10c/10
3	25.47	0.00	1.70	14.97	Zona I	5.99	0.51	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	42.6	79.1	5.8	ok	22.1	7.7	2.2	86.81	ok	E° Ø10 c/10cm

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	42.6	79.1	25.4	123.09	333.79	---
2	21.3	39.5	12.7	319.49	333.79	---

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	-8.80	0.85	5.50	41.78	0.00	19.13	25	3.90	34Ø25 (sup)
4	0.00	-8.80	0.85	3.30	53.94	0.00	19.13	16	9.52	12Ø16 (inf)
5	-556.8	-4.00	1.60	559.76	8.02	159.88	159.88	25	32.59	34Ø25 (sup)
5	0	-4.38	1.60	3.28	104.80	0.00	19.13	16	9.52	12Ø16 (inf)

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	$f_{e\ adop}$
5	15.92	-3.91	1.50	18.66	42.46	3.74	3.74	16	1.86	8Ø16

5.4.3. Corte Vertical en estados de Servicio

nº ramas= 6

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	τ_{red}	f_e (rama)	sep	Adoptado
4	200.72	1.50	0.85	165.00	Zona II	113.44	0.59	0.05	Ø10c/5cm
5	214.22	1.50	1.60	107.01	Zona II	47.72	0.50	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_o	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	19.80	1.60	1.50	9.90	Zona I	3.96	0.04	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	$Fe_{C\text{rama}}$	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ² /m]		[ton]	[ton/m ²]	[cm ² /m]	[ton/m ²]		
4	28.2	105.7	4.9	ok	180.0	114.9	12.0	220.60	ok	Ø12 c/5cm
5	28.2	35.4	2.6	ok	214.2	45.9	4.8	81.39	ok	Ø12 c/10cm

Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	τ_T	Fe_T	$\Sigma Fe_{\text{necesaria flex}}$	$\Sigma Fe_{\text{adoptada flex}}$	$Fe \text{ a agregar}$
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
4	28.2	105.7	22.8	0.00	193.27	---
5	28.2	35.4	15.7	167.36	209.36	---

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 $f_{e\ min} = 54.15\ cm^2$ ($\mu_{min} = 0.15\%$)

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	$f_{e\ nec}$	$f_{e\ calc}$	ϕ	cant	$f_{e\ adop}$
6	1154.0	4.96	1.90	1149.54	7.52	283.95	283.95	25	57.85	58Ø25 (inf)
6	0.0	-4.96	1.90	4.46	120.69	0.00	54.15	25	11.03	14Ø25 (sup)
7	0.0	-5.07	1.90	4.56	119.42	0.00	54.15	25	11.03	58Ø25 (inf)
7	-10.0	-4.96	1.90	14.46	67.05	1.17	54.15	25	11.03	14Ø25 (sup)

5.5.2. Flexión Horizontal en estados de Servicio

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	$f_{e\ nec}$	$f_{e\ calc}$	ϕ	cant	$f_{e\ adop}$
6	38.09	4.94	1.85	33.52	44.04	9.86	9.86	16	4.90	6Ø16

5.5.3. Corte Vertical en estados de Servicio

nº ramas = **8**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	$\tau\ red$	$f_{e\ (rama)}$	sep	adop
7	501.2	1.90	1.90	144.2	Zona II	86.62	0.86	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	$\tau\ red$	$f_{e\ (rama)}$	sep	adop
6	14.9	1.90	1.90	4.99	Zona I	2.00	0.08	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	F_{eT}	$\tau_T < \tau_{02}$	Q	τ_C	$F_{eC} \text{ rama}$	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ² /m]							
6	155.0	102.3	9.4	ok	490.0	106.2	10.5	208.50	ok	E° Ø16 c/10cm

Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	τ_T	F_{eT}	$\Sigma F_{e \text{ necesaria flex}}$	$\Sigma F_{e \text{ adoptada flex}}$	Fe a agregar
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
6	155.0	102.3	69.8	293.81	377.56	---