

Buenos Aires, julio de 2013

INFORME TÉCNICO:

Edificio Parexel

El presente informe verifica la viabilidad de colocación de ficheros deslizantes de carga a determinar entre columnas de planta tipo de un edificio con losa postesada mediante tendones no adherentes.

Si bien se consultó al estudio de proyecto del edificio quien aportó los planos de distribución de los tendones de postesado al igual que los de armadura pasiva, la documentación resulta por si sola insuficiente para determinar la tensión de los cordones.

El estado del arte para el refuerzo de este tipo de estructuras emplea tejidos de fibra de carbono (RFP) y se rige mediante las normas americanas de cálculo y dimensionamiento (ACI 318 para hormigón y 440 para los refuerzos de fibra). En todos los casos, resulta imprescindible la obtención de la memoria de cálculo original del edificio.

El suscripto se comunicó con el calculista quien había tercerizado el cálculo del sector postesado no brindando mayores precisiones respecto de la memoria o los principios utilizados.

Cabe destacar que, si bien hemos realizado una modelización similar a la original, las estructuras postesadas pueden variar sensiblemente sus resultados de acuerdo a los sistemas utilizados y a las normas a las que se ajustan (las que han sido sucesivamente modificadas en 1999, 2002 y 2005). Del mismo modo, debe considerarse la relajación a largo plazo de los cables lo que disminuye la capacidad resistente de la misma.

El tipo de falla que gobierna este tipo de estructuras suele ser frágil (fallas con escaso momento de preaviso), ello sumado a la carencia de datos iniciales fiables llevan a desistir de la colocación de los ficheros en la ubicación primeramente determinada incluso ante la verificación satisfactoria de cargas actuantes.

Se sugirió una relocación de los ficheros en los núcleos sanitarios pero la armadura existente en dichos núcleo, si bien verifica a las cargas impuestas, no cumple con la normativa tanto en el momento de construcción del edificio como la actualmente en vigencia en lo que respecta a la separación de barras. Vuelto a consultar el calculista original de la obra, no amplió la información a la existente en los planos de obra.

Finalmente, sobre el mismo núcleo sanitario, se propuso la colocación de los ficheros sobre estructura metálica de perfiles

laminados tomados a los tabiques de hormigón mediante anclajes químicos. Este tipo de tecnología, al permitir ser calculada completamente desde su inicio, resulta tanto confiable como de ejecución rápida. Permite asimismo su desmonte sin inconvenientes al momento de abandonarse el edificio.

Conclusiones

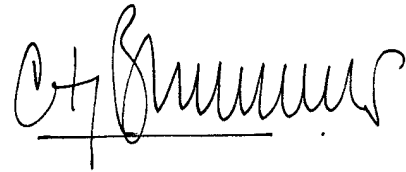
El edificio posee dos tipos de estructura: una tradicional y otra de postesado mediante cordones no adherentes.

No se pudo disponer de la memoria de cálculo del postesado, fundamental para realizar una verificación completa de la misma. Sólo se obtuvo el plano de obra de disposición de armaduras activas y pasivas.

Ello no obstante, se intentó modelizar una solución mediante refuerzos de fibra de carbono (RFP) que resultó desestimado por el calculista original "in limine" objetando las características de proyecto y sin haber visto la memoria de cálculo correspondiente. Por otra parte, debido al incumplimiento de la norma que presentan las losas del núcleo sanitario, se prefirió adoptar una solución completamente independiente de los elementos horizontales que permitiera realizar un cálculo desde su etapa inicial.

Dicho cálculo, que se adjunta como anexo, cumple sobradamente la exigencia de cargas de los ficheros.

Se integra asimismo la verificación del postesado a las cargas actuantes.



Prof. Arq. Carlos M. Blanco
Mat. CPAU 23558
Mat. CAPBA 23143

Verificación del postesado

A1) Datos iniciales - materiales

Material	valor	fuelle
Hormigón H30	f'_c : 28MPa E : 24870N/mm ²	documentación 8.5.1 $4700f'_c^{[1/2]}$)
Acero	ADN 42 f_y : 420N/mm ² E : 200000N/mm ²	documentación (8.5.2)
Cables de tesado	A_p = 12.7mm - no adherente sistema Freyssinet f_{pu} : 1860N/mm ² f_{se} : 1700N/mm ²	documentación ASTM a416 (18.5)
As	$\varnothing 8c/15$ = 6.67 barras/m 333mm ²	documentación
A's	$\varnothing 8c/15$ = 6.67 barras/m 333mm ²	documentación

A2) Datos iniciales - geometría

Dato	valor	fuelle
Luz entre apoyos:	L_y = 8.55m	documentación
Separación entre apoyos:	L_x ≈ 7.95m	documentación

Losa (simbología CIRSOC 201/2005 18.0)		
Dato	valor	fuelle
h =	180mm	documentación
b_o =	1000mm	modelización
d =	160mm	modelización
d' =	20mm	documentación

A3) Datos iniciales - cargas

Simbología	valor	fuelle
D	54.3kN/m ²	g_1+g_2
g_1 peso propio:	44.3kN/m ²	documentación
g_2 otras:	10.0kN/m ²	documentación
L	25.0kN/m ²	$L=p$
p sobrecarga de uso:	25.0kN/m ²	documentación

A4) Datos iniciales - fichero

a_y : 5.00m

a_x : 1.00m

posición (absoluta/*relativa*): l_{iy} : 1.50m (17%) - l_{fy} : 5.00m (76%)

B) Normativa específica - Hipótesis

CIRSOC 201 - 2005 cap. 18 (Coincidente con ACI318-2005 18.3.2)

Hipótesis:

B1.

18.3.2: resistencia y tipo de deformación

18.3.5: flechas

B2.

Se consideran los valores de tensiones reglamentadas en 18.4.2 a y b (PT + larga duración y PT + carga total)

(!)A los efectos de la presente verificación, se considera el comentario de la ACI318-2005 18.4.2 a y b:

“el límite del esfuerzo de compresión $0.45f'_c$ para preesforzado más carga mantenida en el tiempo continúa controlando el comportamiento a largo plazo de los elementos preesforzados”

C) Documentación aportada:

C1. planos de disposición de tendones

C2. planos de armaduras pasivas

C3. materiales

C4. análisis de cargas

D) Metodología:

D1. No poseyendo memoria original de cálculo del postesado, se realizó una modelización elástica interactiva -se presentan los esfuerzos y requerimientos calculados- (18.13.5.1.b **“Métodos de diseño”**) para una banda de $b_o=1000\text{mm}$ con los datos aportados (geometría, materiales, y cargas) y se compara posteriormente con las armaduras dispuestas.

D1.1. La modelización consiste en tres etapas:

D1.1.1 ingreso de datos en función de la documentación existente

D1.1.2 ejecución del análisis

D1.1.3 interpretación de los resultados (fuerzas, tensiones y requisitos de armadura adherente y no adherente)

D2. Del lado de la seguridad, no se han considerado la reducción de momentos en los apoyos (8.4) ni el uso de la reserva post-elástica.

Se consideran las pérdidas requeridas en 18.6.2

D3. Combinaciones de cargas (ACI99):

1.4D+1.7L+PT

D3. Para mantenerse del lado de la seguridad y en virtud de no cumplirse la interpretación propuesta en el comentario correspondiente, no se toman en cuenta los beneficios de 18.4.3

E)Cálculo

Sistema estructural: losa armada en una dirección, extremos bi-empotrados.

E1.Hormigón

$f'c$:	28.00MPa	
E:	24870Mpa	8.5.1
Creep:	2.00	
Densidad del H°	24.00kN/m3	

E2.Tensiones límites:

Hormigón

tracción sup	$0.5f'c^{(1/2)}$	2.64Mpa
tracción inf	$0.5f'c^{(1/2)}$	2.64Mpa
compresión	$0.45f'c$	12.6MPa

Acero

f_y	420MPa
f_{pu}	1860MPa
f_{se}	1748MPa

E3.Recubrimientos:

sup	20mm
inf	20mm

E4.Tipo tendón:

1x7 12.7mm2 no adherente,

E5.Geometría:

L:	8.55m
b:	1000mm
h:	180mm

E6.Cargas

Tipo	valor (kN/m)	x_i	x_f
L	2.50	0	8.55
D	1.00	0	8.55
SW	4.30	0	8.55

E7.Momentos de servicio (1.00D+1.00L)kNm

A_i	Tr	A_d
-47.11	23.59	-47.11

E8.PT (valores de cálculo)

P/A (MPa)	W_{bal} (kN)	W_{bal} (%DL)
1.71	4.39	84

E9.Tensiones de servicio (MPa)

	Ai	Tr	Ad
Fibra superior			
T	2.64	-	2.64
C	-0.18	-3.02	-0.18
Fibra inferior			
T	-	-	-
C	-6.07	-1.82	-6.07

Las tensiones de compresión en la fibra superior resultan inferiores a las máximas admitidas en 18.4.2.a

$3.02\text{MPa} < 12.6\text{MPa} \rightarrow \text{VERIFICA}$

E10.Armadura adherente colocada

	Ai	Tr	Ad
superior	Ø8c/15 (320)	-	Ø8c/15 (320)
inferior	-	Ø8c/15 (855)	-

E11.Armadura adherente colocada (mm²)

	Ai	Tr	Ad
superior	333	-	333
inferior	-	333	-

E12.Flecha máxima calculada (DL+LL+PT+Creep)

$f = 3.50\text{mm}$ $f_{rel} \approx 1/2465$

E13.De acuerdo a **E8**, el postesado toma un 84% de DL= 4.45kN/m

Se verifica la armadura adherente para resistir la carga remanente:

$q = 16\%DL + L = 0.85\text{kN/m} + 2.50\text{kN/m} = 3.35\text{kN/m}$

$M_{tr}[\text{tm}] = q l^2 / 24 = 1.02\text{tm}$

E14.Método de coeficientes adimensionales:

Br: 230 kg/cm²

Bs: 4200kg/cm²

b: 100cm

$h \approx 16\text{cm}$

ms: 0.021

Wm: 0.038

Mr: $1.22 > 1.02 \rightarrow \text{VERIFICA}$

E15.Conclusión sobre esfuerzos de servicio

La armadura adherente y no adherente cubren las sollicitaciones de las cargas de servicio y no superan las tensiones de compresión determinadas por la norma.

F.Determinación de solicitaciones producidas por los ficheros

Se trata de determinar las solicitaciones producidas por ficheros deslizantes de ancho igual a la sección estudiada y largo $l_f=5.00\text{m}$ ubicados en el centro de la luz entre apoyos. La carga de los ficheros es $q_f=7.5\text{kN/m}$

F1.Cargas

Tipo	valor (kN/m)	x_i	x_f
L_f	5.00 (*)	1.50	6.50

(*) se considera el valor remanente no contemplado en la sobrecarga de uso $L_f=q_f-p$

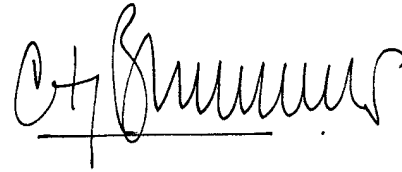
F2.Momentos de servicio (L_f)kNm

A_i	T_r	A_d
-24.7	14.5	-24.7

F3.Tensión de compresión remanente (f'_{cr})[MPa]

Diferencia ente el máximo permitido y la tensión de servicio provocada por las cargas actuantes:

$$\begin{aligned}f'_{cr} &= 0.5f'_c - f'_{cs} \\ &= 12.6 - 3.02 = 9.58\text{MPa}\end{aligned}$$



Prof. Arq. Carlos M. Blanco
Mat. CPAU 23558
Mat. CAPBA 23143

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Hormigón: CIRSOC

Aceros laminados y armados: AISC LRFD 86

1.2.- Estados límite

Hormigón	CIRSOC Uso de la estructura: Oficinas Uso de la estructura: Edif. de habitación, oficinas y hoteles Forma del edificio: Edificio regular
Acero laminado	AISC LRFD Uso de la estructura: General
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

▪ **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

▪ **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q.1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q.i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$)

$\Psi_{p.1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a.i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$)

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

▪ Hormigón: CIRSOC

Situación 1				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.80	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	1.00	0.60

Situación 2				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.85	1.30	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.30	0.25	0.25

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

▪ Acero laminado: AISC LRFD 86

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.40	1.40
Sobrecarga (Q)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.20	1.20
Sobrecarga (Q)		1.60

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

▪ Desplazamientos

Situación 1: Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	3.560	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2.- Barras

2.1.2.1.- Materiales utilizados

Referencias:

E: Módulo de elasticidad

G: Módulo de elasticidad transversal

σ_e : Límite elástico

α_t : Coeficiente de dilatación

γ : peso específico

Materiales utilizados					
Material	E (kp/cm ²)	G (kp/cm ²)	σ_e (kp/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (kg/dm ³)
Acero (A36)	2100000.00	807692.31	2548.42	1.2e-005	7.85

2.1.2.2.- Descripción

Referencias:

Ni: Nudo inicial

Nf: Nudo final

β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'

β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior

Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Descripción								
Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
N1/N2	N1/N2	Acero (A36)	IPN 140 (Perfil Normal Doble T)	3.56	1.00	1.00	-	-

2.1.2.3.- Características mecánicas

Referencias:

A: Sección

I_{yy}: Inercia flexión I_{yy}

I_{zz}: Inercia flexión I_{zz}

I_{xx}: Inercia torsión

Tipos de pieza	
Tipo	Piezas
1	N1/N2

Características mecánicas						
Tipo	Material	Descripción	A (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _{xx} (cm ⁴)
1	Acero (A36)	IPN 140, Perfil simple, (Perfil Normal Doble T)	18.30	573.00	35.20	3.56

Nota: Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

2.1.2.4.- Tabla de medición

Referencias:

Ni: Nudo inicial

Nf: Nudo final

Tabla de medición					
Pieza (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kp)
N1/N2	Acero (A36)	IPN 140 (Perfil Normal Doble T)	3.56	0.007	51.14

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0
Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

2.1.2.5.- Resumen de cuantificaciones

Resumen de cuantificaciones											
Descripción			Longitud			Volumen			Peso		
Material	Serie	Perfil	Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kp)	Serie (kp)	Material (kp)
Acero (A36)	Perfil Normal Doble T	IPN 140, Perfil simple	3.56			0.007			51.14		
				3.56			0.007			51.14	
					3.56			0.007			51.14

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

2.2.- Cargas

2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- ⇒ Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- ⇒ Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- ⇒ Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- ⇒ Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- ⇒ Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- ⇒ Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- ⇒ Cargas puntuales: Tn
- ⇒ Momentos puntuales: Tn·m.
- ⇒ Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: Tn/m.
- ⇒ Incrementos de temperatura: °C.

Barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Carga permanente	Uniforme	0.014	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	Q 1	Faja	0.500	-	0.500	3.000	Globales	0.000	0.000	-1.000

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

2.3.- Resultados

2.3.1.- Nudos

2.3.1.1.- Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

2.3.1.1.1.- Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Carga permanente	0.000	0.000	0.000	-0.224	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	-6.897	0.000	0.000
N2	Carga permanente	0.000	0.000	0.000	0.224	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	6.850	0.000	0.000

2.3.1.1.2.- Combinaciones

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	G	0.000	0.000	0.000	-0.224	0.000	0.000
		G+Q1	0.000	0.000	0.000	-7.121	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	G	0.000	0.000	0.000	0.224	0.000	0.000
		G+Q1	0.000	0.000	0.000	7.074	0.000	0.000

2.3.1.1.3.- Envoltentes

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-7.121	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.224	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.224	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	7.074	0.000	0.000

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

2.3.1.2.- Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

2.3.1.2.1.- Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (Tn)	Ry (Tn)	Rz (Tn)	Mx (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
N1	Carga permanente	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.636	0.000	0.000	0.000
N2	Carga permanente	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.614	0.000	0.000	0.000

2.3.1.2.2.- Combinaciones

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (Tn)	Ry (Tn)	Rz (Tn)	Mx (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
N1	Hormigón	0.8-G	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000
		G	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000
		0.8-G+Q1	0.000	0.000	0.656	0.000	0.000	0.000
		G+Q1	0.000	0.000	0.661	0.000	0.000	0.000
N2	Hormigón	0.8-G	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000
		G	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000
		0.8-G+Q1	0.000	0.000	0.635	0.000	0.000	0.000
		G+Q1	0.000	0.000	0.640	0.000	0.000	0.000

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

2.3.1.2.3.- Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (Tn)	Ry (Tn)	Rz (Tn)	Mx (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)
N1	Hormigón	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.661	0.000	0.000	0.000
N2	Hormigón	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.640	0.000	0.000	0.000

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

2.3.2.- Barras

2.3.2.1.- Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axil (Tn)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (Tn)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (Tn)

Mt: Momento torsor (Tn·m)

My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (Tn·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (Tn·m)

2.3.2.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.396 m	0.791 m	1.384 m	1.780 m	2.176 m	2.769 m	3.164 m	3.560 m
N1/N2	Carga permanente	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.026	-0.020	-0.014	-0.006	0.000	0.006	0.014	0.020	0.026
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.000	0.009	0.016	0.022	0.023	0.022	0.016	0.009	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.636	-0.636	-0.490	-0.193	0.004	0.202	0.499	0.614	0.614
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.000	0.251	0.482	0.684	0.722	0.681	0.473	0.243	0.000
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

2.3.2.1.2.- Combinaciones

Esfuerzos en barras, por combinación												
Barra	Combinación		Esfuerzo	Posiciones en la barra								
	Tipo	Descripción		0.000 m	0.396 m	0.791 m	1.384 m	1.780 m	2.176 m	2.769 m	3.164 m	3.560 m
N1/N2	Acero laminado	1.4-G	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.036	-0.028	-0.020	-0.008	0.000	0.008	0.020	0.028	0.036
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	0.013	0.022	0.030	0.032	0.030	0.022	0.013	0.000
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.2-G	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-0.031	-0.024	-0.017	-0.007	0.000	0.007	0.017	0.024	0.031
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			My	0.000	0.011	0.019	0.026	0.027	0.026	0.019	0.011	0.000
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		1.2-G+1.6-Q1	N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
			Vz	-1.048	-1.041	-0.801	-0.316	0.007	0.330	0.815	1.007	1.014
			Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

			My	0.000	0.413	0.789	1.121	1.182	1.115	0.775	0.400	0.000
			Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

2.3.2.1.3.- Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.396 m	0.791 m	1.384 m	1.780 m	2.176 m	2.769 m	3.164 m	3.560 m
N1/N2	Acero laminado	N _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-1.048	-1.041	-0.801	-0.316	0.000	0.007	0.017	0.024	0.031
		Vz _{máx}	-0.031	-0.024	-0.017	-0.007	0.007	0.330	0.815	1.007	1.014
		Mt _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My _{mín}	0.000	0.011	0.019	0.026	0.027	0.026	0.019	0.011	0.000
		My _{máx}	0.000	0.413	0.789	1.121	1.182	1.115	0.775	0.400	0.000
		Mz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

2.3.2.2.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (Tn)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (Tn)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (Tn)

Mt: Momento torsor (Tn·m)

My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (Tn·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (Tn·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

≡ G: Sólo gravitatorias

≡ GV: Gravitatorias + viento

≡ GS: Gravitatorias + sismo

≡ GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100 \%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (Tn)	Vy (Tn)	Vz (Tn)	Mt (Tn·m)	My (Tn·m)	Mz (Tn·m)		
N1/N2	53.64	1.780	0.000	0.000	0.007	0.000	1.182	0.000	G	Cumple

2.3.2.3.- Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	0.000	0.00	1.780	8.17	0.000	0.00	1.780	7.92
	-	L/(>1000)	1.780	L/435.6	-	L/(>1000)	1.780	L/449.6

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

2.4.- Placas de anclaje

2.4.3.- Medición pernos placas de anclaje

Columnas	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1, N2	8Ø12.66 mm L=49 cm	A-307 (liso)	8 x 0.49	8 x 0.48	3.89	3.84
					3.89	3.84

2.4.4.- Comprobación de las placas de anclaje

Referencia: N1		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 18 mm Calculado: 140 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 25 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 2.089 Tn Calculado: 0 Tn	Cumple
- Cortante:	Máximo: 1.462 Tn Calculado: 0.165 Tn	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 2.089 Tn Calculado: 0.236 Tn	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 3.526 Tn Calculado: 0 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2798.17 kp/cm ² Calculado: 399.998 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 6.533 Tn Calculado: 0.262 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2548.42 kp/cm ²	

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

- Derecha:	Calculado: 44.7998 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 44.7998 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 29.0983 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 29.0983 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente:		
<i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250 Calculado: 100000	Cumple
Tensión de Von Mises local:		
<i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2548.42 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N2

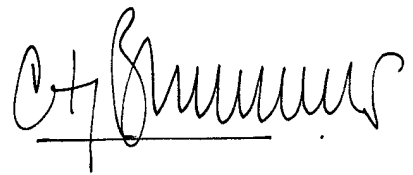
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 18 mm Calculado: 140 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 25 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 2.089 Tn Calculado: 0 Tn	Cumple
- Cortante:	Máximo: 1.462 Tn Calculado: 0.16 Tn	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 2.089 Tn Calculado: 0.229 Tn	Cumple

Parexel

Nombre Obra: 130702 EM 1 0

Refuerzo de perfiles metálicos – local sanitario

Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 3.526 Tn Calculado: 0 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 2798.17 kp/cm ² Calculado: 387.127 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 6.533 Tn Calculado: 0.253 Tn	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2548.42 kp/cm ²	Cumple
- Derecha:	Calculado: 43.3582 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 43.3582 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 28.162 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 28.162 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250 Calculado: 100000	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2548.42 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Prof. Arq. Carlos M. Blanco
Mat. CPAU 23558
Mat. CAPBA 23143