ÍNDICE

1. NOTACIÓN 2

2. COLUMNAS 2
- **2.1. C1** 2
- **2.2. C2** 2
- **2.3. C3** 3
- **2.4. C4** 3
- **2.5. C5** 3
- **2.6. C6** 4
- **2.7. C7** 4
- **2.8. C8** 5

1. NOTACIÓN

En las tablas de comprobación de pilares de acero no se muestran las comprobaciones con coeficiente de aprovechamiento inferior al 10%.

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante

N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales

Disp. S.: Criterios de diseño por sismo

Cap.: Diseño por capacidad

2. COLUMNAS

2.1. C1

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	
CUB (0.75 - 4.1 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	60.1	22.6	Cumple	Cumple	60.1	G, S[4]	Q S.	1.92	0.33	0.56	-1.45	-1.06	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	2.59	0.31	0.63	-1.48	-1.05	
		3.292 m	Cumple	Cumple	67.0	43.3	Cumple	Cumple	67.0	G, S[4]	Q S.	2.41	-0.72	-1.07	-1.45	-1.06	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.24	-0.71	-1.11	-1.48	-1.05	
		1.258 m	Cumple	Cumple	67.0	43.3	Cumple	Cumple	67.0	G, S[4]	Q S.	2.41	-0.72	-1.07	-1.45	-1.06	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.24	-0.71	-1.11	-1.48	-1.05	
		Pie	Cumple	Cumple	67.0	43.3	Cumple	Cumple	67.0	G, S[4]	Q S.	2.41	-0.72	-1.07	-1.45	-1.06	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.24	-0.71	-1.11	-1.48	-1.05	
NP (0 - 0.75 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	32.3	18.2	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[6]	Q S.	2.54	-0.06	-0.14	2.26	4.53	No cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	4.89	0.23	-0.52	1.54	-1.26	
										G[7]	Cap. Q (S)	3.58	0.01	-0.05	0.16	-0.05	
		Pie	Cumple	Cumple	35.6	21.1	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, Q, S[8]	Q S.	3.56	0.61	0.24	2.31	4.51	No cumple
										G, S[9]	N,M S.	2.14	-0.62	-0.20	-2.06	-4.59	
										G[7]	Cap. Q (S)	3.69	-0.01	0.03	0.16	-0.05	
Fundación	Diámetro 30	Arranque	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[2]	21.1	N.P.[1]	Cumple	21.1	G, S[9]	N,M S.	2.14	-0.62	-0.20	-2.06	-4.59	Cumple

Notas:
[1] La comprobación no procede
[2] La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
[3] No cumple: 'Cortante de diseño para columnas.'
[4] 0.9·PP+0.9·CM+SX+0.3·SY
[5] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+SX+0.3·SY
[6] 0.9·PP+0.9·CM-0.3·SX-SY
[7] 1.4·PP+1.4·CM
[8] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa-0.3·SX-SY
[9] 0.9·PP+0.9·CM+0.3·SX+SY

2.2. C2

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	
CUB (0.75 - 4.1 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	61.3	21.9	Cumple	Cumple	61.3	G, Q, S[4]	Q S.	2.39	-0.48	-0.47	1.57	1.00	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	2.70	-0.25	0.64	-1.75	0.33	
		3.292 m	Cumple	Cumple	69.9	43.1	Cumple	Cumple	69.9	G, S[6]	Q S.	2.18	0.71	1.08	1.58	0.96	Cumple
										G, Q, S[4]	N,M S.	3.03	0.76	1.07	1.57	1.00	
		1.258 m	Cumple	Cumple	69.9	43.1	Cumple	Cumple	69.9	G, S[6]	Q S.	2.18	0.71	1.08	1.58	0.96	Cumple
										G, Q, S[4]	N,M S.	3.03	0.76	1.07	1.57	1.00	
		Pie	Cumple	Cumple	69.9	43.1	Cumple	Cumple	69.9	G, S[6]	Q S.	2.18	0.71	1.08	1.58	0.96	Cumple
										G, Q, S[4]	N,M S.	3.03	0.76	1.07	1.57	1.00	
NP (0 - 0.75 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	35.6	18.5	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[6]	Q S.	2.59	0.06	-0.14	4.82	1.57	No cumple
										G, Q, S[7]	N,M S.	4.94	0.54	-0.20	0.15	-2.09	
										G[8]	Cap. Q (S)	3.68	0.05	-0.02	0.06	-0.16	
		Pie	Cumple	Cumple	39.9	21.3	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[9]	Q S.,N,M S.	2.21	-0.30	-0.58	-4.77	-1.80	No cumple
										G[8]	Cap. Q (S)	3.79	-0.03	0.01	0.06	-0.16	
Fundación	Diámetro 30	Arranque	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[2]	21.3	N.P.[1]	Cumple	21.3	G, S[9]	N,M S.	2.21	-0.30	-0.58	-4.77	-1.80	Cumple

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	

Notas:
(1) La comprobación no procede
(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(3) No cumple: 'Cortante de diseño para columnas.'
(4) 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa-SX-0.3·SY
(5) 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+SX+0.3·SY
(6) 0.9·PP+0.9·CM-SX-0.3·SY
(7) 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa-0.3·SX-SY
(8) 1.4·PP+1.4·CM
(9) 0.9·PP+0.9·CM+SX+0.3·SY

2.3. C3

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	
CUB (0.75 - 4.1 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	63.2	22.5	Cumple	Cumple	63.2	G, S[4]	Q S.	1.70	0.05	-0.63	1.79	-0.45	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	2.66	-0.63	0.30	-1.03	1.48	
		3.292 m	Cumple	Cumple	71.1	42.9	Cumple	Cumple	71.1	G, S[6]	Q S.	1.99	0.44	-1.20	-1.74	0.59	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.31	1.11	-0.69	-1.03	1.48	
		1.258 m	Cumple	Cumple	71.1	42.9	Cumple	Cumple	71.1	G, S[6]	Q S.	1.99	0.44	-1.20	-1.74	0.59	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.31	1.11	-0.69	-1.03	1.48	
		Pie	Cumple	Cumple	71.1	42.9	Cumple	Cumple	71.1	G, S[6]	Q S.	1.99	0.44	-1.20	-1.74	0.59	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.31	1.11	-0.69	-1.03	1.48	
NP (0 - 0.75 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	35.3	18.3	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[6]	Q S.	2.13	-0.07	0.08	-4.62	2.04	No cumple
										G, Q, S[7]	N,M S.	4.94	0.53	0.23	-1.40	-1.52	
										G[8]	Cap. Q (S)	3.67	0.04	0.02	-0.05	-0.16	
		Pie	Cumple	Cumple	38.8	21.2	Cumple	Cumple	38.8	G, Q, S[9]	Q S.	3.16	0.19	-0.63	-4.64	1.99	Cumple
										G, S[6]	N,M S.	2.20	0.20	-0.62	-4.62	2.04	
Fundación	Diámetro 30	Arranque	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[2]	21.2	N.P.[1]	Cumple	21.2	G, S[6]	N,M S.	2.20	0.20	-0.62	-4.62	2.04	Cumple

Notas:
(1) La comprobación no procede
(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(3) No cumple: 'Cortante de diseño para columnas.'
(4) 0.9·PP+0.9·CM-SX-0.3·SY
(5) 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+0.3·SX+SY
(6) 0.9·PP+0.9·CM+SX+0.3·SY
(7) 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa-0.3·SX-SY
(8) 1.4·PP+1.4·CM
(9) 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+SX+0.3·SY

2.4. C4

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	
CUB (0.75 - 4.1 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	59.9	22.0	Cumple	Cumple	59.9	G, S[4]	Q S.	1.65	0.50	-0.42	0.96	-1.58	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	2.74	0.17	-0.66	1.61	-0.61	
		3.292 m	Cumple	Cumple	66.2	43.4	Cumple	Cumple	66.2	G, S[4]	Q S.	2.13	-1.08	0.71	0.96	-1.58	Cumple
										G, Q, S[6]	N,M S.	2.97	-1.08	0.76	0.99	-1.57	
		1.258 m	Cumple	Cumple	66.2	43.4	Cumple	Cumple	66.2	G, S[4]	Q S.	2.13	-1.08	0.71	0.96	-1.58	Cumple
										G, Q, S[6]	N,M S.	2.97	-1.08	0.76	0.99	-1.57	
		Pie	Cumple	Cumple	66.2	43.4	Cumple	Cumple	66.2	G, S[4]	Q S.	2.13	-1.08	0.71	0.96	-1.58	Cumple
										G, Q, S[6]	N,M S.	2.97	-1.08	0.76	0.99	-1.57	
NP (0 - 0.75 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	31.9	18.3	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[4]	Q S.	2.09	-0.12	0.00	-1.77	4.74	No cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	4.90	0.20	0.54	-2.13	0.05	
										G[7]	Cap. Q (S)	3.60	0.01	0.05	-0.16	-0.05	
		Pie	Cumple	Cumple	36.3	21.3	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[4]	Q S.,N,M S.	2.16	0.58	-0.30	-1.80	4.76	No cumple
										G[7]	Cap. Q (S)	3.72	-0.01	-0.03	-0.16	-0.05	
Fundación	Diámetro 30	Arranque	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[2]	21.3	N.P.[1]	Cumple	21.3	G, S[4]	N,M S.	2.16	0.58	-0.30	-1.80	4.76	Cumple

Notas:
(1) La comprobación no procede
(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(3) No cumple: 'Cortante de diseño para columnas.'
(4) 0.9·PP+0.9·CM-0.3·SX-SY
(5) 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa-SX-0.3·SY
(6) 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa-0.3·SX-SY
(7) 1.4·PP+1.4·CM

2.5. C5

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	
CUB (0.75 - 4.1 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	58.5	21.9	Cumple	Cumple	58.5	G, S[4]	Q S.	1.90	-0.31	-0.55	1.42	1.01	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	2.55	-0.29	-0.61	1.45	1.00	
		3.292 m	Cumple	Cumple	65.2	42.4	Cumple	Cumple	65.2	G, S[4]	Q S.	2.39	0.68	1.05	1.42	1.01	Cumple
										G, Q, S[6]	N,M S.	2.91	-1.27	-0.22	-0.41	-1.78	
		1.258 m	Cumple	Cumple	65.2	42.4	Cumple	Cumple	65.2	G, S[4]	Q S.	2.39	0.68	1.05	1.42	1.01	Cumple
										G, Q, S[6]	N,M S.	2.91	-1.27	-0.22	-0.41	-1.78	
		Pie	Cumple	Cumple	65.2	42.4	Cumple	Cumple	65.2	G, S[4]	Q S.	2.39	0.68	1.05	1.42	1.01	Cumple
										G, Q, S[6]	N,M S.	2.91	-1.27	-0.22	-0.41	-1.78	
NP (0 - 0.75 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	32.2	18.3	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[7]	Q S.	2.50	0.06	0.14	-2.26	-4.52	No cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	4.82	-0.23	0.53	-1.51	1.38	
										G[8]	Cap. Q (S)	3.55	-0.02	0.04	-0.16	0.05	
		Pie	Cumple	Cumple	35.5	21.1	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, Q, S[6]	Q S.	3.50	-0.60	-0.24	-2.31	-4.50	No cumple
										G, S[9]	N,M S.	2.14	0.62	0.20	2.05	4.59	
										G[8]	Cap. Q (S)	3.66	0.01	-0.03	-0.16	0.05	
Fundación	Diámetro 30	Arranque	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[2]	21.1	N.P.[1]	Cumple	21.1	G, S[9]	N,M S.	2.14	0.62	0.20	2.05	4.59	Cumple

Notas:
[1] La comprobación no procede
[2] La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
[3] No cumple: 'Cortante de diseño para columnas.'
[4] 0.9·PP+0.9·CM-SX-0.3·SY
[5] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa-SX-0.3·SY
[6] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+0.3·SX+SY
[7] 0.9·PP+0.9·CM+0.3·SX+SY
[8] 1.4·PP+1.4·CM
[9] 0.9·PP+0.9·CM-0.3·SX-SY

2.6. C6

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	
CUB (0.75 - 4.1 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	59.9	21.2	Cumple	Cumple	59.9	G, Q, S[4]	Q S.,N,M S.	2.29	0.46	0.47	-1.53	-0.97	Cumple
		3.292 m	Cumple	Cumple	68.3	42.2	Cumple	Cumple	68.3	G, S[5]	Q S.	2.11	-0.69	-1.05	-1.54	-0.94	Cumple
										G, Q, S[4]	N,M S.	2.94	-0.74	-1.05	-1.53	-0.97	
		1.258 m	Cumple	Cumple	68.3	42.2	Cumple	Cumple	68.3	G, S[5]	Q S.	2.11	-0.69	-1.05	-1.54	-0.94	Cumple
										G, Q, S[4]	N,M S.	2.94	-0.74	-1.05	-1.53	-0.97	
		Pie	Cumple	Cumple	68.3	42.2	Cumple	Cumple	68.3	G, S[5]	Q S.	2.11	-0.69	-1.05	-1.54	-0.94	Cumple
										G, Q, S[4]	N,M S.	2.94	-0.74	-1.05	-1.53	-0.97	
NP (0 - 0.75 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	35.0	18.0	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[6]	Q S.	2.12	0.00	-0.12	4.67	1.75	No cumple
										G, Q, S[7]	N,M S.	4.93	-0.53	0.20	0.10	2.06	
										G[8]	Cap. Q (S)	3.61	-0.04	0.01	-0.05	0.15	
		Pie	Cumple	Cumple	39.2	21.0	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[6]	Q S.,N,M S.	2.19	0.30	0.57	4.69	1.79	No cumple
										G[8]	Cap. Q (S)	3.72	0.02	-0.01	-0.05	0.15	
Fundación	Diámetro 30	Arranque	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[2]	21.0	N.P.[1]	Cumple	21.0	G, S[6]	N,M S.	2.19	0.30	0.57	4.69	1.79	Cumple

Notas:
[1] La comprobación no procede
[2] La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
[3] No cumple: 'Cortante de diseño para columnas.'
[4] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+SX+0.3·SY
[5] 0.9·PP+0.9·CM+SX+0.3·SY
[6] 0.9·PP+0.9·CM-SX-0.3·SY
[7] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+0.3·SX+SY
[8] 1.4·PP+1.4·CM

2.7. C7

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	
CUB (0.75 - 4.1 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	61.1	21.6	Cumple	Cumple	61.1	G, S[4]	Q S.	1.70	-0.06	0.61	-1.74	0.44	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	2.61	0.60	-0.31	1.02	-1.44	
		3.292 m	Cumple	Cumple	69.2	42.3	Cumple	Cumple	69.2	G, S[6]	Q S.	1.92	-0.43	1.16	1.69	-0.57	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.25	-1.09	0.69	1.02	-1.44	
		1.258 m	Cumple	Cumple	69.2	42.3	Cumple	Cumple	69.2	G, S[6]	Q S.	1.92	-0.43	1.16	1.69	-0.57	Cumple

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.25	-1.09	0.69	1.02	-1.44	
		Pie	Cumple	Cumple	69.2	42.3	Cumple	Cumple	69.2	G, S[6]	Q S.	1.92	-0.43	1.16	1.69	-0.57	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.25	-1.09	0.69	1.02	-1.44	
NP (0 - 0.75 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	35.0	18.0	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[6]	Q S.	2.06	0.08	-0.08	4.58	-2.04	No cumple
										G, Q, S[7]	N,M S.	4.92	-0.52	-0.23	1.21	1.50	
										G[8]	Cap. Q (S)	3.61	-0.04	-0.01	0.05	0.15	
		Pie	Cumple	Cumple	38.4	20.9	Cumple	Cumple	38.4	G, Q, S[9]	Q S.	3.08	-0.19	0.62	4.59	-1.98	Cumple
										G, S[6]	N,M S.	2.13	-0.20	0.61	4.58	-2.04	
Fundación	Diámetro 30	Arranque	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[2]	20.9	N.P.[1]	Cumple	20.9	G, S[6]	N,M S.	2.13	-0.20	0.61	4.58	-2.04	Cumple

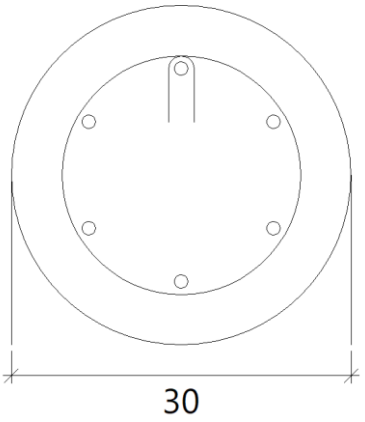
Notas:
[1] La comprobación no procede
[2] La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
[3] No cumple: 'Cortante de diseño para columnas.'
[4] 0.9·PP+0.9·CM+SX+0.3·SY
[5] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa-0.3·SX-SY
[6] 0.9·PP+0.9·CM-SX-0.3·SY
[7] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+0.3·SX+SY
[8] 1.4·PP+1.4·CM
[9] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa-SX-0.3·SY

2.8. C8

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (t)	Mxx (t·m)	Myy (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	
CUB (0.75 - 4.1 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	58.8	21.7	Cumple	Cumple	58.8	G, S[4]	Q S.	1.63	-0.49	0.41	-0.94	1.55	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	2.57	0.63	0.24	-0.33	-1.74	
		3.292 m	Cumple	Cumple	65.1	42.3	Cumple	Cumple	65.1	G, S[4]	Q S.	2.12	1.06	-0.70	-0.94	1.55	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.21	-1.25	-0.31	-0.33	-1.74	
		1.258 m	Cumple	Cumple	65.1	42.3	Cumple	Cumple	65.1	G, S[4]	Q S.	2.12	1.06	-0.70	-0.94	1.55	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.21	-1.25	-0.31	-0.33	-1.74	
		Pie	Cumple	Cumple	65.1	42.3	Cumple	Cumple	65.1	G, S[4]	Q S.	2.12	1.06	-0.70	-0.94	1.55	Cumple
										G, Q, S[5]	N,M S.	3.21	-1.25	-0.31	-0.33	-1.74	
NP (0 - 0.75 m)	Diámetro 30	Cabeza	Cumple	Cumple	31.7	18.3	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[4]	Q S.	2.05	0.12	0.00	1.77	-4.69	No cumple
										G, Q, S[6]	N,M S.	4.83	-0.20	-0.54	2.03	0.14	
										G[7]	Cap. Q (S)	3.56	-0.02	-0.04	0.16	0.05	
		Pie	Cumple	Cumple	36.0	21.2	Cumple	No cumple[3]	No cumple	G, S[4]	Q S.,N,M S.	2.12	-0.58	0.30	1.80	-4.72	No cumple
										G[7]	Cap. Q (S)	3.68	0.01	0.03	0.16	0.05	
Fundación	Diámetro 30	Arranque	N.P.[1]	N.P.[1]	N.P.[2]	21.2	N.P.[1]	Cumple	21.2	G, S[4]	N,M S.	2.12	-0.58	0.30	1.80	-4.72	Cumple

Notas:
[1] La comprobación no procede
[2] La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
[3] No cumple: 'Cortante de diseño para columnas.'
[4] 0.9·PP+0.9·CM+0.3·SX+SY
[5] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+0.3·SX+SY
[6] 1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+SX+0.3·SY
[7] 1.4·PP+1.4·CM

COLUMNA C4

Datos de la columna		
	Geometría	
	Diámetro : 30 cm Tramo : 0.000/0.750 m Altura libre : 0.45 m Recubrimiento geométrico : 4 cm Tamaño máximo de agregado : 15 mm	
	Materiales	Longitud de pandeo
	Hormigón : f'c=210 Acero : Grado 60 (Latinoamérica)	Plano ZX : 0.45 m Plano ZY : 0.45 m
	Longitudinal	Armadura transversal
	Barras : 6Ø1/2" Cuantía : 1.08 %	Estribos : 1eØ3/8" Separación : 5 cm

Disposiciones relativas a las armaduras (NSR-10, Título C, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre barras longitudinales no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.3):

81 mm ≥ **40 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3.

$s_{l,min}$: *40* mm

s_1 : *19* mm

s_2 : *40* mm

s_3 : *20* mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. **d_b** : *12.7* mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. **d_{ag}** : *15* mm

Estribos

En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre refuerzos transversales no debe ser menor de $s_{t,min}$ (Artículo 7.6.3):

50 mm ≥ **40 mm** ✓

Donde:

$s_{t,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3.

$s_{t,min}$: *40* mm

s_1 : *14* mm

s_2 : *40* mm

s_3 : *20* mm

Siendo:

$d_{b,t}$: Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal. $d_{b,t}$: *9.5* mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : *15* mm

El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder $s_{t,max}$ (Artículo 7.10.5.2):

50 mm ≤ **203 mm** ✓

Donde:

$s_{t,max}$: Valor mínimo de s_1, s_2, s_3. $s_{t,max}$: *203* mm

s_1 : *203* mm

s_2 : *457* mm

s_3 : *300* mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra comprimida más delgada. d_b : *12.7* mm

$d_{b,t}$: Diámetro de la barra más delgada de la armadura transversal. $d_{b,t}$: *9.5* mm

b_{min}: Menor dimensión del elemento sometido a compresión. b_{min} : *300* mm

Todas las barras no preesforzadas deben estar confinadas por medio de estribos transversales de por lo menos diámetro No. 3 (3/8") ó 10M (10 mm), para barras longitudinales No. 10 (1-1/4") ó 32M (32 mm) o menores; y diámetro No. 4 (1/2") ó 12M (12 mm) como mínimo, para barras longitudinales No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm), No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) y paquetes de barras (Artículo 7.10.5.1):

Ø3/8" ≥ **3/8" ó 10 mm** ✓

Donde:

d_b: Diámetro de la barra comprimida más gruesa. d_b : *Ø1/2"*

$d_{b,t}$: Diámetro de la barra más delgada de la armadura transversal. $d_{b,t}$: *Ø3/8"*

Armadura mínima y máxima (NSR-10, Título C, Artículo 10.9.1)

El área de refuerzo longitudinal, A_{st}, para elementos no compuestos a compresión no debe ser menor que $0.01 \cdot A_g$ ni mayor que $0.04 \cdot A_g$ (Artículo 10.9.1):

7.60 cm² ≥ **7.07 cm²** ✓

7.60 cm² ≤ 28.27 cm² ✓

Donde:

A_g: Área total de la sección de hormigón. **A_g** : *706.86* cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

η : ***0.047*** ✓

Donde:

V_u: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. **$V_{u,x}$** : *0.204* t

$V_{u,y}$: *0.064* t

$\phi \cdot V_n$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. **$\phi \cdot V_{n,x}$** : *4.486* t

$\phi \cdot V_{n,y}$: *5.171* t

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Cabeza', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : *5.981* t

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

Cuando M_m es negativo, V_c debe calcularse por medio de la ecuación:

V_c : *5.981* t

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *210.00* kp/cm²

Siendo:

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : *218* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *191* mm

M_m : *-0.393* t·m

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección. M_u : *0.058* t·m

N_u: Carga axial mayorada normal a la sección transversal. N_u : *3.577* t

h: Altura de un elemento. **h** : *300.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *706.86* cm²

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : *6.895* t

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

Cuando M_m es negativo, V_c debe calcularse por medio de la ecuación:

V_c : *6.895* t

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. f'_c : *210.00* kp/cm²

Siendo:

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *226* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *213* mm

M_m : *-0.423* t·m

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección. M_u : *0.018* t·m

N_u: Carga axial mayorada normal a la sección transversal. N_u : *3.577* t

h: Altura de un elemento. **h** : *300.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *706.86* cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

η : ***0.363*** ✓

Donde:

V_u: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$V_{u,x}$: *1.805* t

$V_{u,y}$: *4.760* t

$\phi \cdot V_n$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$\phi \cdot V_{n,x}$: *12.614* t

$\phi \cdot V_{n,y}$: *14.276* t

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "0.9·PP+0.9·CM-0.3·SX-SY".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : *16.819* t

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

V_c : *3.964* t

([MPa] f'_c)

Al calcular V_c por medio de la ecuación (11-5), $V_u d/M_u$ no debe tomarse mayor que 1.0, y M_u ocurre simultáneamente con V_u en la sección considerada.

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

V_c : *5.830* t

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón.

f'_c : *210.00* kp/cm²

ρ_w : *0.012*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción.

A_s : *5.07* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : *218* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : *191* mm

M_m : *0.030* t·m

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección.

M_u : *-0.302* t·m

N_u: Carga axial mayorada normal a la sección transversal. **N_u** : *2.158* t

h: Altura de un elemento. **h** : *300.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. **A_g** : *706.86* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.4.7):

V_s : *19.410* t

V_s no debe considerarse mayor que (Artículo 11.4.7.9):

V_s : *12.856* t

([MPa] f'_c)

Donde:

A_v: Área de refuerzo de cortante con un espaciamiento s. **A_v** : *1.21* cm²

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal. **f_{yt}** : *4200.00* kp/cm²

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *191* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *50* mm

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *210.00* kp/cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : *218* mm

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : *19.035* t

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

V_c : *4.215* t

([MPa] f'_c)

Al calcular V_c por medio de la ecuación (11-5), $V_u d/M_u$ no debe tomarse mayor que 1.0, y M_u ocurre simultáneamente con V_u en la sección considerada.

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

V_c : *6.721* t

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *210.00* kp/cm²

ρ_w : *0.008*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. **A_s** : *3.80* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : *226* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *213* mm

M_m : *0.318* t·m

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección. **M_u** : *0.584* t·m

N_u: Carga axial mayorada normal a la sección transversal. **N_u** : *2.158* t

h: Altura de un elemento. **h** : *300.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. **A_g** : *706.86* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.4.7):

V_s : *21.648* t

V_s no debe considerarse mayor que (Artículo 11.4.7.9):

V_s : *14.820* t

([MPa] f'_c)

Donde:

A_v: Área de refuerzo de cortante con un espaciamiento s. **A_v** : *1.21* cm²

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal. **f_{yt}** : *4200.00* kp/cm²

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *213* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *50* mm

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *210.00* kp/cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : *226* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección X:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.4.5):

50 mm ≤ **100 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2.

s_{max} : *100* mm

s_1 : *100* mm

s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : *191* mm

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.4.5):

50 mm ≤ **110 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2.

s_{max} : *110* mm

s_1 : *110* mm

s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : *213* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección X:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto reforzado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.4.6):

1.21 cm² ≥ **0.09 cm²** ✓

Donde:

$A_{v,min}$: *0.07* cm²

([MPa] f'_c y f_{yt})

Pero no debe ser menor a:

$A_{v,min}$: *0.09* cm²

([MPa] f_{yt})

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. f'_c : *210.00* kp/cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *218* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *50* mm

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal. f_{yt} : *4200.00* kp/cm²

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto reforzado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.4.6):

1.21 cm² ≥ 0.10 cm² ✓

Donde:

$A_{v,min}$: *0.08* cm²

([MPa] f'_c y f_{yt})

Pero no debe ser menor a:

$A_{v,min}$: *0.10* cm²

([MPa] f_{yt})

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. f'_c : *210.00* kp/cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *226* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *50* mm

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal. f_{yt} : *4200.00* kp/cm²

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 10)

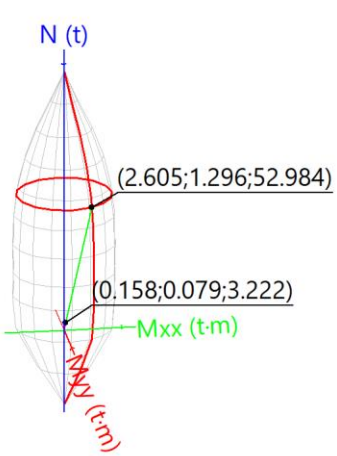
Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.75 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa".

Se debe satisfacer:

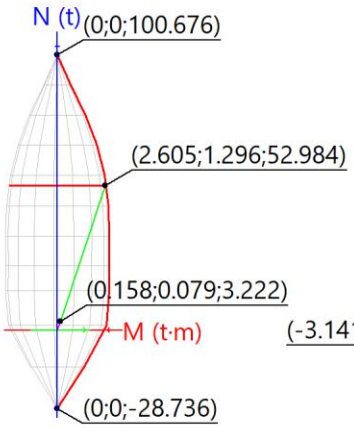
η : ***0.057*** ✓

η : ***0.061*** ✓

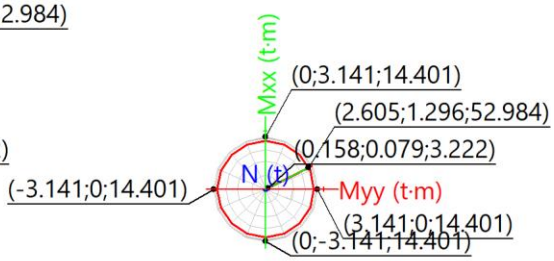
3.222 t ≤ 76.414 t ✓



Volumen de capacidad



Vista N, M



Vista Mx, My

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. **P_u** : *3.222* t

M_u: Momento de cálculo de primer orden. **$M_{u,x}$** : *0.045* t·m

$M_{u,y}$: *0.155* t·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. **$\phi \cdot P_n$** : *56.330* t

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. **$\phi \cdot M_{n,x}$** : *0.781* t·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: *2.718* t·m

Comprobación del estado limite de inestabilidad (η_2)

P_u,M_c esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos obtenidos a partir de los de primer orden incrementados para tener en cuenta los efectos de segundo orden a causa de la esbeltez.

P_u: Axil solicitante de cálculo pésimo. **P_u** : *3.222* t

M_c: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **$M_{c,x}$** : *0.079* t·m

$M_{c,y}$: *0.158* t·m

$\phi \cdot P_n, \phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. **$\phi \cdot P_n$** : *52.984* t

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. **$\phi \cdot M_{n,x}$** : *1.296* t·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: *2.605* t·m

En el eje x:

No se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen (Artículo 10.10.1):

40.7 > **22.0**

Donde:

kl_u: Longitud efectiva. **kl_u** : *3.050* m

r: Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión. **r** : *7.50* cm

Los elementos a compresión deben diseñarse para la fuerza axial mayorada P_u y para el momento magnificado por los efectos de curvatura del elemento, M_c (Artículo 10.10.6):

P_u : *3.222* t

M_c : *0.079* t·m

Donde:

M_2 : *0.077* t·m

Siendo:

$M_{2,min}$: *0.077* t·m

h: Altura de un elemento. **h** : *300.00* mm

δ_{ns} : *1.019*

Siendo:

P_c : *231.688* t

Donde:

E_c: Módulo de elasticidad del concreto. **E_c** : *219689.00* kp/cm²

I_g: Momento de inercia de la sección bruta del elemento con respecto al eje que pasa por el centroide, sin tener en cuenta el refuerzo. **I_g** : *39760.78* cm4

kl_u: Longitud efectiva. **kl_u** : *3.050* m

En el eje y:

No se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen (Artículo 10.10.1):

40.7 > **22.0**

Donde:

kl_u: Longitud efectiva. **kl_u** : *3.050* m

r: Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión. **r** : *7.50* cm

Los elementos a compresión deben diseñarse para la fuerza axial mayorada P_u y para el momento magnificado por los efectos de curvatura del elemento, M_c (Artículo 10.10.6):

P_u : *3.222* t

M_c : *0.158* t·m

Donde:

M_2 : *0.155* t·m

Siendo:

$M_{2,min}$: *0.077* t·m

h: Altura de un elemento. **h** : *300.00* mm

δ_{ns} : *1.019*

Siendo:

P_c : *231.688* t

Donde:

E_c: Módulo de elasticidad del concreto. **E_c** : *219689.00* kp/cm²

I_g: Momento de inercia de la sección bruta del elemento con respecto al eje que pasa por el centroide, sin tener en cuenta el refuerzo. **I_g** : *39760.78* cm4

kl_u: Longitud efectiva. **kl_u** : *3.050* m

Comprobación de resistencia axial de diseño

La fuerza axial mayorada P_u de elementos en compresión no debe tomarse mayor que $\phi \cdot P_{n,max}$ (Artículo 10.3.6).

$\phi \cdot P_{n,max}$: *76.414* t

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *210.00* kp/cm²

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. **f_y** : *4200.00* kp/cm²

A_g: Área total de la sección de hormigón. **A_g** : *706.86* cm²

A_{st}: Área total de refuerzo longitudinal no preesforzado. **A_{st}** : *7.60* cm²

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y cargas axiales debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

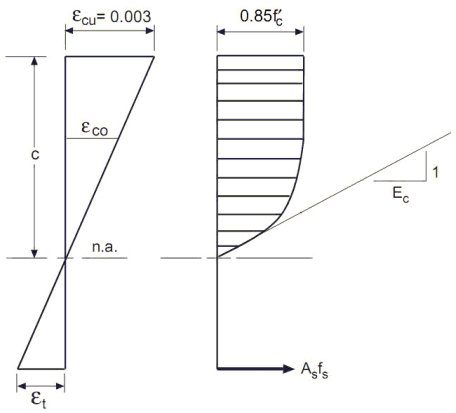
(c) La máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema sometida a compresión del concreto se supone igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo cuando sea menor que f_y debe tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considera independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que dé origen a una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

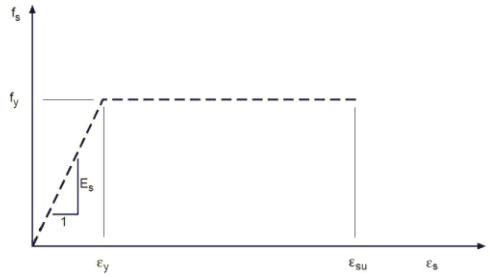


f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *210.00* kp/cm²

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. **ε_{cu}** : *0.0030*

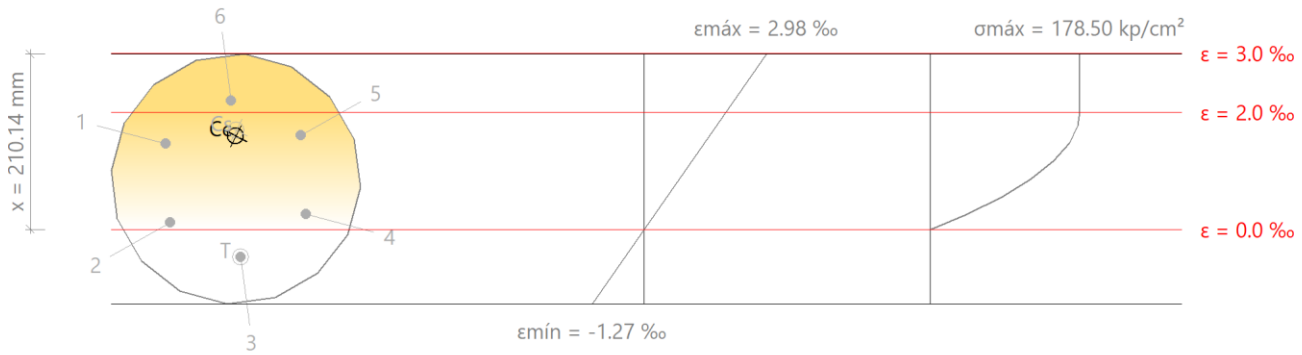
ε_{c0}: Deformación unitaria bajo carga máxima. **ε_{c0}** : *0.0020*

Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. **f_y** : *4200.00* kp/c

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (kp/cm²)	ε
1	Ø1/2"	0.00	94.13	+2967.15	+0.001455
2	Ø1/2"	-81.51	47.06	+246.12	+0.000121
3	Ø1/2"	-81.51	-47.06	-968.78	-0.000475
4	Ø1/2"	0.00	-94.12	+537.34	+0.000264
5	Ø1/2"	81.51	-47.06	+3258.37	+0.001598
6	Ø1/2"	81.51	47.06	+4200.00	+0.002194

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	68.539	46.15	22.98
Cs	14.202	52.45	25.39
T	1.227	-81.51	-47.06

P_n : *81.513* t

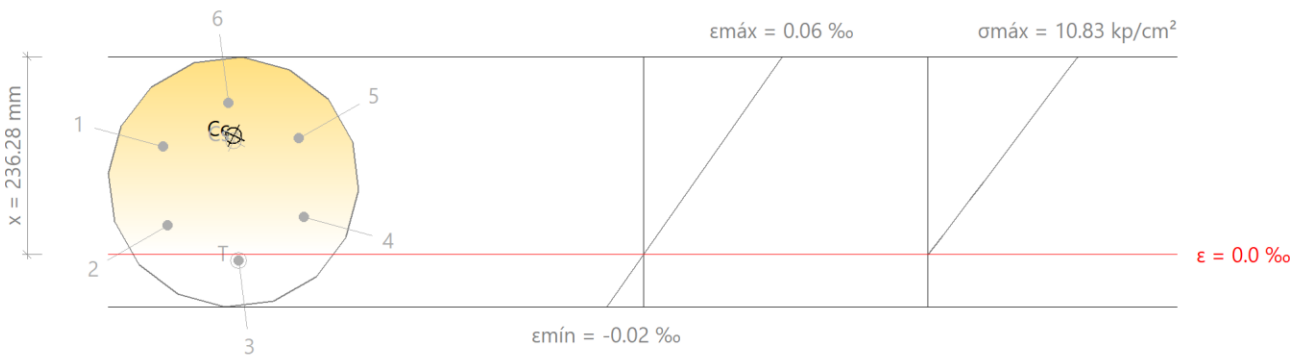
$M_{n,x}$: 1.993 t·m

$M_{n,y}$: 4.008 t·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : 68.539 t
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : 14.202 t
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : 1.227 t
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: 46.15 mm; $e_{cc,y}$: 22.98 mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: 52.45 mm; $e_{cs,y}$: 25.39 mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: -81.51 mm; $e_{T,y}$: -47.06 mm
- **ε_{cmax}**: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : 0.0030
- **ε_{smax}**: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : 0.0005
- **σ_{cmax}**: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : 178.50 kp/cm²
- **σ_{smax}**: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : 968.78 kp/cm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (kp/cm²)	ε
1	Ø1/2"	0.00	94.13	+68.36	+0.000034
2	Ø1/2"	-81.51	47.06	+18.40	+0.000009
3	Ø1/2"	-81.51	-47.06	-3.89	-0.000002
4	Ø1/2"	0.00	-94.12	+23.78	+0.000012
5	Ø1/2"	81.51	-47.06	+73.74	+0.000036
6	Ø1/2"	81.51	47.06	+96.03	+0.000047

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	2.872	49.58	24.66
Cs	0.355	44.02	21.80
T	0.005	-81.51	-47.06

P_u : *3.222* t

$M_{c,x}$: *0.079* t·m

$M_{c,y}$: *0.158* t·m

Donde:

- **C_c**: Resultante de compresiones en el hormigón. — C_c : *2.872* t
- **C_s**: Resultante de compresiones en el acero. — C_s : *0.355* t
- **T**: Resultante de tracciones en el acero. — T : *0.005* t
- **e_{cc}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cc,x}$: *49.58* mm; $e_{cc,y}$: *24.66* mm
- **e_{cs}**: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{cs,x}$: *44.02* mm; $e_{cs,y}$: *21.80* mm
- **e_T**: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. — $e_{T,x}$: *-81.51* mm; $e_{T,y}$: *-47.06* mm
- **ε_{cmax}**: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. — ε_{cmax} : *0.0001*
- **ε_{smax}**: Deformación de la barra de acero más traccionada. — ε_{smax} : *0.0000*
- **σ_{cmax}**: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. — σ_{cmax} : *10.83* kp/cm²
- **σ_{smax}**: Tensión de la barra de acero más traccionada. — σ_{smax} : *3.89* kp/cm²

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 10)

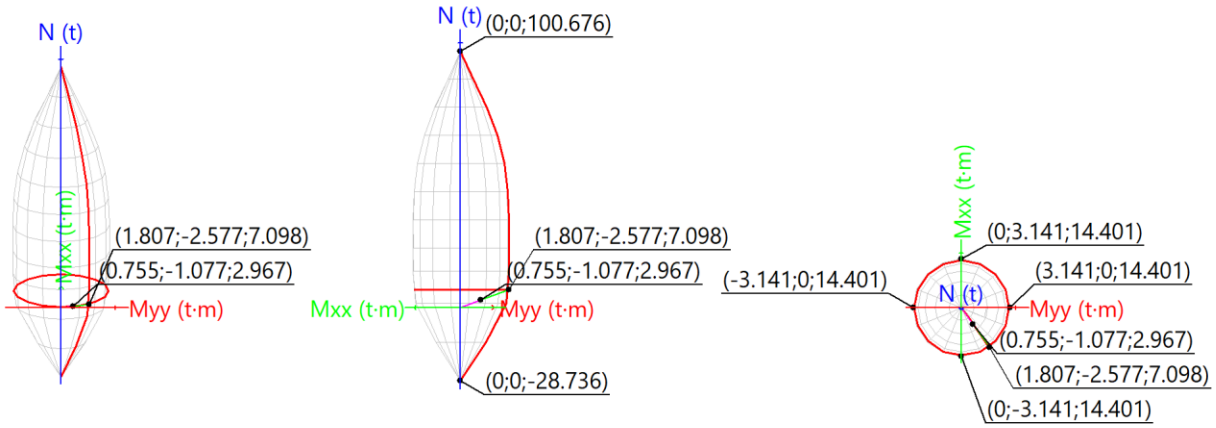
Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.75 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa-0.3·SX-SY".

Se debe satisfacer:

η : ***0.411*** ✓

η : ***0.418*** ✓

2.967 t ≤ 76.414 t ✓



Volumen de capacidad | Vista N, M | Vista Mx, My

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. **P_u** : *2.967* t

M_u: Momento de cálculo de primer orden. **$M_{u,x}$** : *-1.059* t·m

$M_{u,y}$: *0.742* t·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. **$\phi \cdot P_n$** : *7.224* t

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. **$\phi \cdot M_{n,x}$** : *-2.578* t·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: *1.808* t·m

Comprobación del estado limite de inestabilidad (η_2)

P_u,M_c esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos obtenidos a partir de los de primer orden incrementados para tener en cuenta los efectos de segundo orden a causa de la esbeltez.

P_u: Axil solicitante de cálculo pésimo. **P_u** : *2.967* t

M_c: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **$M_{c,x}$** : *-1.077* t·m

$M_{c,y}$: *0.755* t·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. **$\phi \cdot P_n$** : *7.098* t

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. **$\phi \cdot M_{n,x}$** : *-2.577* t·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: *1.807* t·m

En el eje x:

No se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen (Artículo 10.10.1):

40.7 > **22.0**

Donde:

kl_u: Longitud efectiva. **kl_u** : *3.050* m

r: Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión. **r** : *7.50* cm

Los elementos a compresión deben diseñarse para la fuerza axial mayorada P_u y para el momento magnificado por los efectos de curvatura del elemento, M_c (Artículo 10.10.6):

P_u : *2.967* t

M_c : *-1.077* t·m

Donde:

M_2 : *-1.059* t·m

Siendo:

$M_{2,min}$: *0.071* t·m

h: Altura de un elemento. **h** : *300.00* mm

δ_{ns} : *1.017*

Siendo:

P_c : *231.688* t

Donde:

E_c: Módulo de elasticidad del concreto. **E_c** : *219689.00* kp/cm²

I_g: Momento de inercia de la sección bruta del elemento con respecto al eje que pasa por el centroide, sin tener en cuenta el refuerzo. **I_g** : *39760.78* cm4

kl_u: Longitud efectiva. **kl_u** : *3.050* m

En el eje y:

No se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen (Artículo 10.10.1):

40.7 > **22.0**

Donde:

kl_u: Longitud efectiva. **kl_u** : *3.050* m

r: Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión. **r** : *7.50* cm

Los elementos a compresión deben diseñarse para la fuerza axial mayorada P_u y para el momento magnificado por los efectos de curvatura del elemento, M_c (Artículo 10.10.6):

P_u : *2.967* t

M_c : *0.755* t·m

Donde:

M_2 : *0.742* t·m

Siendo:

$M_{2,min}$: *0.071* t·m

h: Altura de un elemento. **h** : *300.00* mm

δ_{ns} : *1.017*

Siendo:

P_c : *231.688* t

Donde:

E_c: Módulo de elasticidad del concreto. **E_c** : *219689.00* kp/cm²

I_g: Momento de inercia de la sección bruta del elemento con respecto al eje que pasa por el centroide, sin tener en cuenta el refuerzo. **I_g** : *39760.78* cm4

kl_u: Longitud efectiva. **kl_u** : *3.050* m

Comprobación de resistencia axial de diseño

La fuerza axial mayorada P_u de elementos en compresión no debe tomarse mayor que $\phi \cdot P_{n,max}$ (Artículo 10.3.6).

$\phi \cdot P_{n,max}$: *76.414* t

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *210.00* kp/cm²

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. **f_y** : *4200.00* kp/cm²

A_g: Área total de la sección de hormigón. **A_g** : *706.86* cm²

A_{st}: Área total de refuerzo longitudinal no preesforzado. **A_{st}** : *7.60* cm²

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 10.2):

(a) El diseño por resistencia de elementos sometidos a flexión y cargas axiales debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones.

(b) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro.

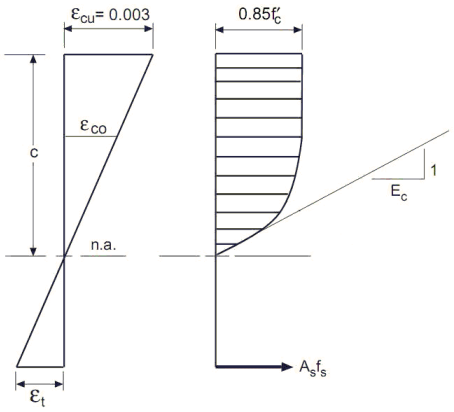
(c) La máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema sometida a compresión del concreto se supone igual a 0.003.

(d) El esfuerzo en el refuerzo cuando sea menor que f_y debe tomarse como E_s veces la deformación unitaria del acero. Para deformaciones unitarias mayores que las correspondientes a f_y, el esfuerzo se considera independiente de la deformación unitaria e igual a f_y.

(e) La resistencia a la tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto reforzado sometidos a flexión y a carga axial.

(f) La relación entre la distribución de los esfuerzos de compresión en el concreto y la deformación unitaria del concreto se debe suponer rectangular, trapezoidal, parabólica o de cualquier otra forma que dé origen a una predicción de la resistencia que coincida con los resultados de ensayos representativos.

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.

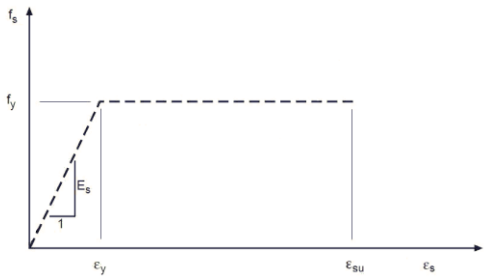


f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *210.00* kp/c

ε_{cu}: Máxima deformación unitaria utilizable en la fibra extrema de concreto a compresión. **ε_{cu}** : *0.0030*

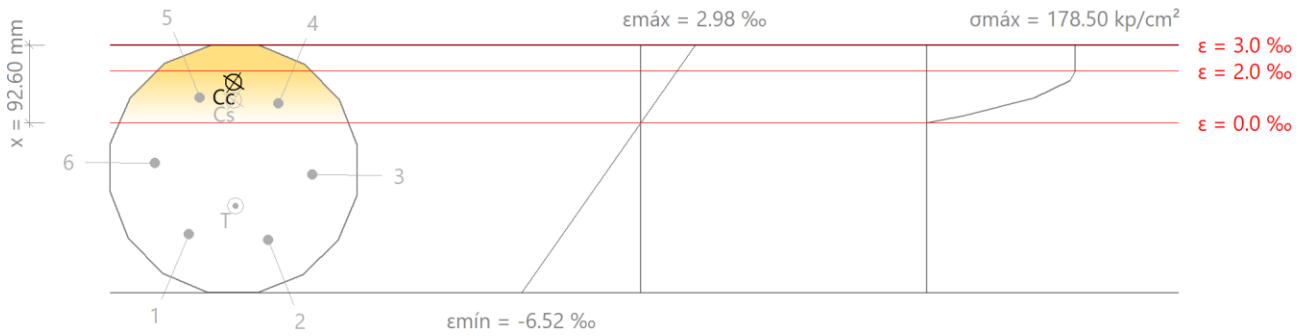
ε_{c0}: Deformación unitaria bajo carga máxima. **ε_{c0}** : *0.0020*

Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. **f_y** : *4200.00* kp/c

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (kp/cm²)	ε
1	Ø1/2"	0.00	94.13	-4200.00	-0.004273
2	Ø1/2"	-81.51	47.06	-4200.00	-0.004501
3	Ø1/2"	-81.51	-47.06	-4067.97	-0.001995
4	Ø1/2"	0.00	-94.12	+1507.61	+0.000739
5	Ø1/2"	81.51	-47.06	+1973.56	+0.000968
6	Ø1/2"	81.51	47.06	-3136.07	-0.001538

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	23.628	58.03	-85.02
Cs	4.411	46.21	-67.44
T	19.770	-26.81	35.19

P_n : *8.269* t

$M_{n,x}$: *-3.002* t·m

$M_{n,y}$: *2.105* t·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. **C_c** : *23.628* t

C_s: Resultante de compresiones en el acero. **C_s** : *4.411* t

T: Resultante de tracciones en el acero. **T** : *19.770* t

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. **$e_{cc,x}$** : *58.03* mm

$e_{cc,y}$: *-85.02* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

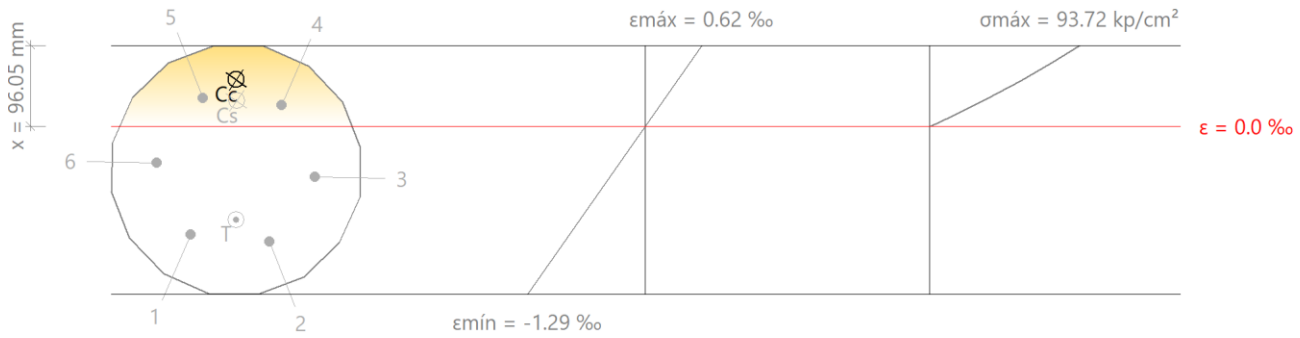
ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$e_{cs,x}$:	*46.21*	mm
$e_{cs,y}$:	*-67.44*	mm
$e_{T,x}$:	*-26.81*	mm
$e_{T,y}$:	*35.19*	mm
ε_{cmax} :	*0.0030*	
ε_{smax} :	*0.0045*	
σ_{cmax} :	*178.50*	kp/cm²
σ_{smax} :	*4200.00*	kp/cm²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	f_s (kp/cm²)	ε
1	Ø1/2"	0.00	94.13	-1698.96	-0.000833
2	Ø1/2"	-81.51	47.06	-1808.10	-0.000887
3	Ø1/2"	-81.51	-47.06	-791.18	-0.000388
4	Ø1/2"	0.00	-94.12	+334.88	+0.000164
5	Ø1/2"	81.51	-47.06	+444.02	+0.000218
6	Ø1/2"	81.51	47.06	-572.90	-0.000281

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	8.152	61.36	-87.51
Cs	0.987	46.47	-67.30
T	6.172	-33.91	48.19

P_u : *2.967* t

$M_{c,x}$: *-1.077* t·m

$M_{c,y}$: *0.755* t·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón. C_c : *8.152* t

C_s: Resultante de compresiones en el acero. C_s : *0.987* t

T: Resultante de tracciones en el acero. T : *6.172* t

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. $e_{cc,x}$: *61.36* mm; $e_{cc,y}$: *-87.51* mm

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. $e_{cs,x}$: *46.47* mm; $e_{cs,y}$: *-67.30* mm

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. $e_{T,x}$: *-33.91* mm; $e_{T,y}$: *48.19* mm

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. ε_{cmax} : *0.0006*

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada. ε_{smax} : *0.0009*

σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. σ_{cmax} : *93.72* kp/cm²

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada. σ_{smax} : *1808.10* kp/cm²

Criterios de diseño por sismo (NSR-10, Rubro C.21)

La dimensión menor de la sección transversal medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 250 mm (Artículo C.21.3.5.1).

300 mm ≥ 250 mm ✓

El área del refuerzo longitudinal A_{st}, no debe ser menor que $A_{st,min}$ (Artículo C.21.3.5.2).

760.20 mm² ≥ 706.86 mm² ✓

Donde:

$A_{st,min}$: *706.86* mm²

Siendo:

A_g: Área bruta de la sección de concreto. A_g : *70685.83* mm²

El área del refuerzo longitudinal A_{st}, no debe ser mayor que $A_{st,max}$ (Artículo C.21.3.5.2).

760.20 mm² ≤ 2827.43 mm² ✓

Donde:

$A_{st,max}$: *2827.43* mm²

Siendo:

A_g: Área bruta de la sección de concreto. A_g : *70685.83* mm²

El refuerzo transversal debe disponerse mediante estribos cerrados de confinamiento como mínimo de diámetro Nº 3 (3/8"), o 10M (10 mm) (Artículo C.21.3.5.8).

9.5 mm ≥ 9.5 mm ✓

La cuantía volumétrica de refuerzo en espiral o estribos de confinamiento circulares ρ_s, no debe ser menor que $\rho_{s,min}$ (Artículo C.21.3.5.5)

0.02708 ≥ 0.00400 ✓

Donde:

$\rho_{s,min}$: *0.00400*

Siendo:

f'_c: Resistencia especificada a la compresión del concreto. **f'_c** : *20.60* MPa

f_{yt}: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo transversal. **f_{yt}** : *412.02* MPa

El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder de s_{max} (Artículo C.21.3.5.6).

50 mm ≤ 100 mm ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2, s_3, y s_4. **s_{max}** : *100* mm

s_1 : *102* mm

s_2 : *152* mm

s_3 : *100* mm

s_4 : *150* mm

Siendo:

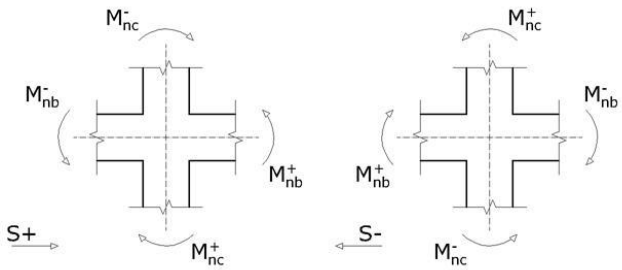
$Ø_{min}$: Diámetro de las armaduras longitudinales más pequeñas. **$Ø_{min}$** : *12.7* mm

$Ø_t$: Diámetro de la barra del estribo. **$Ø_t$** : *9.5* mm

c_1: Menor dimensión de la sección transversal de la columna. **c_1** : *300* mm

Resistencia mínima a flexión de columnas. (NSR-10, Título C)

Las resistencias a flexión de las columnas deben satisfacer la ecuación (Artículo 21.3.6.2):
Para este caso, resulta más desfavorable el esfuerzo axil mínimo: N_d = 0.66 t.



5.72 t·m ≥ 5.23 t·m ✓

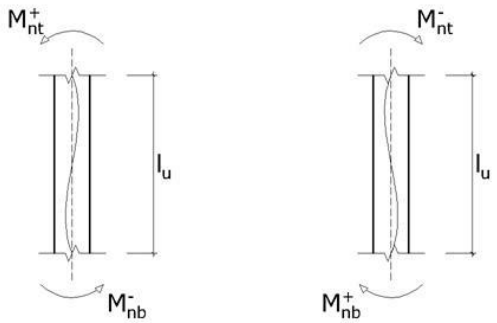
Donde:

ΣM$_{nc}$: Suma de los momentos nominales a flexión de las columnas.
ΣM$_{nb}$: Suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas.

Dirección y sentido de la acción sísmica	Sismo X		Sismo Y	
	S+	S-	S+	S-
ΣM_{nc} (t·m)	5.72	5.72	5.72	5.72
ΣM_{nb} (t·m)	1.80	1.80	4.36	4.36
(*): pésimo	✓	✓	✓	✓ *

Cortante de diseño para columnas. (NSR-10, Título C)

El $\phi \cdot V_n$ de columnas que resisten efectos sísmicos, E, no debe ser menor que el menor de (a) y (b) (Artículo 21.3.3.2):
(a) La suma del cortante debido a flexión en curvatura inversa asociado con el desarrollo de los momentos nominales de la columna en cada extremo restringido de la longitud libre. La resistencia a flexión de la columna debe calcularse para la fuerza axial mayorada, consistente con la dirección de las fuerzas laterales consideradas, que resulte en el mayor valor de la resistencia a flexión.



Se debe satisfacer:

Donde:

ϕ: Factor de reducción de resistencia. ϕ : *0.75*

V_n: Resistencia nominal a cortante.

V_e: Fuerza cortante de diseño, obtenida como el máximo entre V_{e1}, V_{e2}.

Siendo:

l_u: Longitud sin soporte lateral de un elemento en compresión.

M_n: Momentos nominales del elemento en cada extremo.

	l_u (m)	M_{nb}^+ (t·m)	M_{nb}^- (t·m)	M_{nt}^+ (t·m)	M_{nt}^- (t·m)	V_{e1} (t)	V_{e2} (t)	V_e (t)	$\phi \cdot V_n$ (t)	
Cortante en el eje X	0.45	2.87	2.87	2.86	2.86	12.73	12.73	12.73	13.87	✓
Cortante en el eje Y	0.45	2.87	2.87	2.86	2.86	12.73	12.73	12.73	13.87	✓

(*): pésimo

(b) El cortante máximo obtenido de las combinaciones de carga de diseño que incluyan E, con E incrementado por medio de Ω_0.

Donde:

ϕ: Factor de reducción de resistencia. ϕ : *0.75*

Ω_0: Factor de sobrerresistencia. **Ω_0** : *3*

V_n: Resistencia nominal a cortante.

V_E: El cortante máximo obtenido de las combinaciones de carga de diseño que incluyan E, con E incrementado por medio de Ω_0.

	V_E (t)	$\phi \cdot V_n$ (t)	
Cortante en el eje X	2.09	14.24	✓ *
Cortante en el eje Y	0.09	13.87	✓

(*): pésimo