



PROYECTO:

FECHA:

HOJA:

DE

CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ARMADO / PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU RASANTE VIGA - LOSA (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN LOSA

f_{ck} 25 MPa
 γ_c 1,5
 f_{ctd} 16,7 MPa
 f_{ctst} 1,20 MPa

ACERO CERCOS

f_{yk} 500 MPa
 γ_s 1,15
 f_{yk} 400,0 MPa

TIPO RUGOSIDAD ALTA
 $\tau_{r,lim}$ (kPa) = 2394,0

ELU RASANTE: ESFUERZOS DE CÁLCULO

X (m)	b _{junta} (m)	Lr (m)	ΔC (kN)	σ _{plast} (kPa)	Vd (kN)	Z (m)	τ _{m,d} (kPa)
-0.400	1,080	8,250	4797,7	538,5	0,0	1,046	0,0
0.000	1,080	8,250	4797,7	538,5	826,9	0,892	858,3
0.413	1,080	8,250	4797,7	538,5	822,8	0,860	885,6
0.825	1,080	8,250	4797,7	538,5	737,1	0,856	797,6
1.238	1,080	8,250	4797,7	538,5	733,1	0,869	763,9
1.650	1,080	8,250	4797,7	538,5	651,4	0,883	683,3
2.063	1,080	8,250	4797,7	538,5	647,3	0,877	683,3
2.475	1,080	8,250	4797,7	538,5	574,4	0,878	606,0
2.888	1,080	8,250	4797,7	538,5	569,0	0,885	595,6
3.300	1,080	8,250	4797,7	538,5	509,6	0,879	536,8
3.713	1,080	8,250	4797,7	538,5	505,6	0,876	534,4
4.125	1,080	8,250	4797,7	538,5	445,5	0,876	470,6
4.538	1,080	8,250	4797,7	538,5	441,5	0,876	466,4
4.950	1,080	8,250	4797,7	538,5	382,1	0,877	403,4
5.363	1,080	8,250	4797,7	538,5	378,0	0,877	399,1
5.775	1,080	8,250	4797,7	538,5	320,6	0,877	338,4
6.188	1,080	8,250	4797,7	538,5	316,6	0,877	334,1
6.600	1,080	8,250	4797,7	538,5	260,6	0,878	274,8
7.013	1,080	8,250	4797,7	538,5	256,5	0,878	270,5
7.425	1,080	8,250	4797,7	538,5	201,8	0,878	212,8
7.838	1,080	8,250	4797,7	538,5	197,8	0,878	208,5
8.250	1,080	8,250	4797,7	538,5	142,4	0,879	150,1

ELU RASANTE: COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE LA JUNTA

β	μ	α	A _{c,dip} (cm ² /m)	CASO TIPO	τ _{r,u} (kPa)	CHECK
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	15,1	CASO 1	1292,4	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	15,1	CASO 1	1292,4	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	15,1	CASO 1	1292,4	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	15,1	CASO 1	1292,4	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	15,1	CASO 1	1292,4	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	15,1	CASO 1	1292,4	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	11,3	CASO 1	1208,7	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	11,3	CASO 1	1208,7	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	11,3	CASO 1	1208,7	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	11,3	CASO 1	1208,7	4166,7 OKI
0,40	0,60	90,0	0,0	CASO 1	478,8	335,2 OKI
0,40	0,60	90,0	0,0	CASO 1	478,8	335,2 OKI
0,40	0,60	90,0	0,0	CASO 1	478,8	335,2 OKI
0,40	0,60	90,0	0,0	CASO 1	478,8	335,2 OKI
0,40	0,60	90,0	0,0	CASO 1	478,8	335,2 OKI



PROYECTO:

FECHA:

HOJA:

DE

Diligencia para que se ha constar que o documento coincide co contido no expediente aprobado inicialmente o 07/07/2023.
 Xefe do Servizo de Planificación e Ordenación do Solo
 Alberto Feijoo Rodríguez
 INSTITUTO GALEGO DA VIVENDA E SOLO

CVE: DB(O)14WJWJ19
 Verificador: https://sede.xunta.gal/cve



3.3) Viga 3 y 5 - INTERIORES:

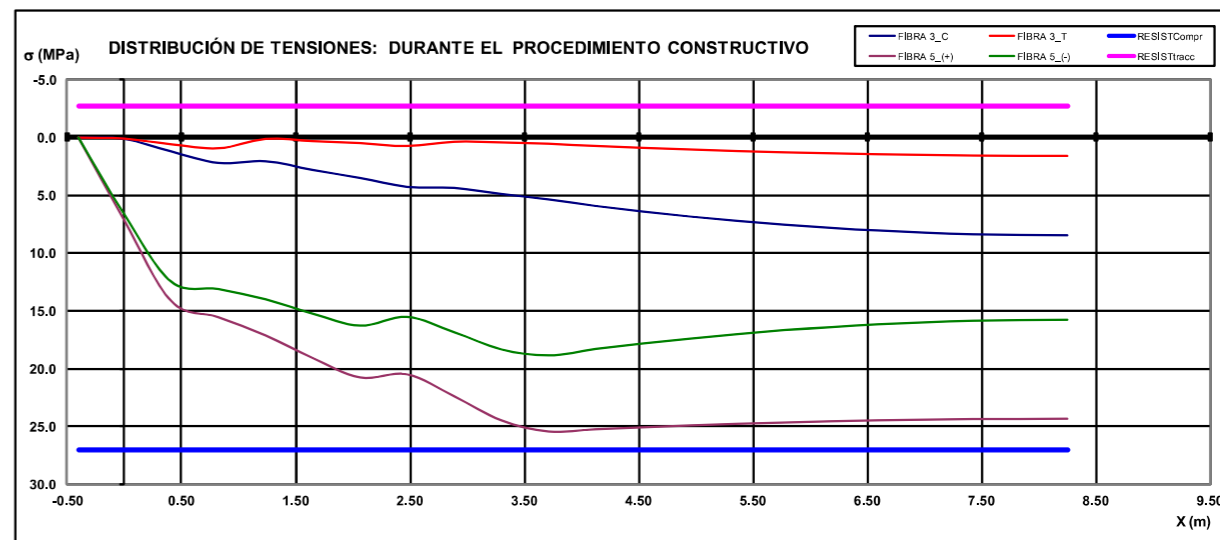
DATOS DE LOS MATERIALES: VIGA PREFABRICADA			
* HORMIGÓN:			
Resist. Característica (28 d):	f_{ck}	50,00 MPa	
	γ_c	1,50 ELU 1,30 ACC	
Módulo de Deformación Secante (28 d):	E_{cm}	32902 MPa	
Resist. Media Compresión (28 d):	f_{cm}	58,00 MPa	
Resist. Media Tracción (28 d):	$f_{ct,m}$	4,07 MPa	
Resist. Media Flexotracción (28 d):	$f_{ctm,fl}$	4,07 MPa	
	h_{ega}	0,85 m	
* ARMADURA ACTIVA:			
Cordones de Pretensado (Y-1060 S7)			
	ϕ_{nom}	15,2 mm	
	A_p	1,40 cm ²	
	E_p	190000 MPa	
* ARMADURA PASIVA:			
BARRAS CORRUGADAS: Es (B-600 S/S/D)			
	E_s	200000 MPa	
DEF. ARMADURAS ACTIVAS:			
Resist. Última Pretensado: $f_{p,max}$ 1860 MPa			
Límite Elástico Característico: f_{ypk} 1637 MPa			
Límite Elástico Característico: f_{yk} 500 MPa			
Resist. Media Compresión (TESADO): f_{cm} 38,45 MPa			
Resist. Media Tracción (TESADO): $f_{ct,m}$ 2,70 MPa			
Resist. Media Flexotracción (TESADO): $f_{ctm,fl}$ 0,85 m			
DEF. ARMADURAS PASIVAS:			
Resist. Última Pretensado: $f_{p,max}$ 1860 MPa			
Límite Elástico Característico: f_{ypk} 1637 MPa			
Límite Elástico Característico: f_{yk} 500 MPa			
Resist. Media Compresión (TESADO): f_{cm} 38,45 MPa			
Resist. Media Tracción (TESADO): $f_{ct,m}$ 2,70 MPa			
Resist. Media Flexotracción (TESADO): $f_{ctm,fl}$ 0,85 m			
EDAD HORMIGÓN EN TESADO: 3 d			
DEF. ARMADURAS ACTIVAS:			
Módulo de Deformación Secante (TESADO): E_{cm} 29986 MPa			
Módulo de Deformación Tangente (TESADO): E_c 34176 MPa			
Resist. Media Compresión (TESADO): f_{cm} 38,45 MPa			
Resist. Media Tracción (TESADO): $f_{ct,m}$ 2,70 MPa			
Resist. Media Flexotracción (TESADO): $f_{ctm,fl}$ 0,85 m			
DEF. ARMADURAS PASIVAS:			
Módulo de Deformación Secante (TESADO): E_{cm} 29986 MPa			
Módulo de Deformación Tangente (TESADO): E_c 34176 MPa			
Resist. Media Compresión (TESADO): f_{cm} 38,45 MPa			
Resist. Media Tracción (TESADO): $f_{ct,m}$ 2,70 MPa			
Resist. Media Flexotracción (TESADO): $f_{ctm,fl}$ 0,85 m			
Plastimetro Cemento:			
Coeficientes:			
α 1,00			
$\alpha(\text{cct})$ 0,88			
SUMAS:			
$A_{p,tot}$ (cm ²) 30,80			
A_s,tot (cm ²) 6,28			
ρ_p 8,77			
ρ_s 6,08			
CDG_{sup} (m) 0,695			
CDG_{inf} (m) -0,155			
h_{ega} 0,85			

DEFINICIÓN CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS: SECCIÓN VIGA PREFABRICADA AISLADA			
* PROPIEDADES BRUTAS:			
ÁREA (m ²)	0,2976		
CDG_{sup} (m)	0,416		
CDG_{inf} (m)	-0,434		
I_{yy} (m ⁴)	0,000219		
* PROPIEDADES NETAS:			
ÁREA (m ²)	0,2939		
CDG_{sup} (m)	0,412		
CDG_{inf} (m)	-0,438		
I_{yy} (m ⁴)	0,029861		
* PROPIEDADES HOMOGENIZADAS:			
ÁREA (m ²)	0,3155		
CDG_{sup} (m)	0,433		
CDG_{inf} (m)	-0,417		
I_{yy} (m ⁴)	0,031751		
MÓDULOS RESISTENTES:			
d_1 (m)	0,000LOSA_SUP	d_1 (m)	0,000LOSA_SUP
W_1 (cm ³)	0,000	W_1 (cm ³)	0,000
d_2 (m)	0,000LOSA_INF	d_2 (m)	0,000LOSA_INF
W_2 (cm ³)	0,000	W_2 (cm ³)	0,000
d_3 (m)	0,416VIGA_SUP	d_3 (m)	0,433VIGA_SUP
W_3 (cm ³)	0,072694	W_3 (cm ³)	0,072536
d_4 (m)	-0,388PRET_INF	d_4 (m)	-0,388PRET_INF
W_4 (cm ³)	-0,078936	W_4 (cm ³)	-0,077004
d_5 (m)	-0,434VIGA_INF	d_5 (m)	-0,438VIGA_INF
W_5 (cm ³)	-0,069562	W_5 (cm ³)	-0,068215

DEFINICIÓN CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS: SECCIÓN VIGA + LOSA			
TPO VIGA A ANALIZAR: INTERIOR			
CANTO LOSA(m) 0,25			
* PROPIEDADES BRUTAS:			
ÁREA (m ²)	0,7173		
CDG_{sup} (m)	0,341		
CDG_{inf} (m)	-0,759		
I_{yy} (m ⁴)	0,085734		
* PROPIEDADES NETAS:			
ÁREA (m ²)	0,7136		
CDG_{sup} (m)	0,338		
CDG_{inf} (m)	-0,762		
I_{yy} (m ⁴)	0,084286		
* PROPIEDADES HOMOGENIZADAS:			
ÁREA (m ²)	0,7352		
CDG_{sup} (m)	0,356		
CDG_{inf} (m)	-0,744		
I_{yy} (m ⁴)	0,092538		
MÓDULOS RESISTENTES:			
d_1 (m)	0,341LOSA_SUP	d_1 (m)	0,338LOSA_SUP
W_1 (cm ³)	0,251329	W_1 (cm ³)	0,249448
d_2 (m)	0,091LOSA_INF	d_2 (m)	0,088LOSA_INF
W_2 (cm ³)	0,346872	W_2 (cm ³)	0,346872
d_3 (m)	0,091VIGA_SUP	d_3 (m)	0,088VIGA_SUP
W_3 (cm ³)	0,346872	W_3 (cm ³)	0,346872
d_4 (m)	-0,707PRET_INF	d_4 (m)	-0,712PRET_INF
W_4 (cm ³)	-0,120943	W_4 (cm ³)	-0,118361
d_5 (m)	-0,759VIGA_INF	d_5 (m)	-0,762VIGA_INF
W_5 (cm ³)	-0,112975	W_5 (cm ³)	-0,110596

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRETENSADO			
Fuerza Pretensado INICIAL (kN)	4296,6	PERDIDAS	1395,0
		TENSIÓN INICIAL (MPa)	1143,8
		CHECK:	0,75 $f_{p,max}$ < 0,801
			0,85 f_{ypk} < 0,851
Pérdidas por Fricción (kN): 24,4 (0,6 %)			
Pérdidas por Relajación (kN): 156,9 (3,7 %)			
Pérdidas por Transferencia (kN): 72 (1,7 %)			
Pérdidas por Aproximación (kN): 354,9 (8,3 %)			
Pérdidas por Deslizamiento (kN): 20,7 (0,5 %)			
Pérdidas TOTALES (kN): 773,7 (18,0 %)			
Fuerza Pretensado INSTANTÁNEA (kN)	3522,9	TENSIÓN REMANENTE (MPa)	923,6
		CHECK:	0,61 $f_{p,max}$ < 0,701
			0,70 f_{ypk} < 0,851
Pérdidas por Fricción (kN): 262,9 (6,1 %)			
Pérdidas por Relajación (kN): 363,7 (8,5 %)			
Pérdidas por Transferencia (kN): 678,2 (15,6 %)			
Pérdidas TOTALES (kN): 1451,9 (33,8 %)			
Fuerza Pretensado FINAL (kN)	2071,0	TENSIÓN FINAL (MPa)	526,6
		CHECK:	0,50 $f_{p,max}$ < 0,701
			0,56 f_{ypk} < 0,851

COMBINACIÓN ELS TRANSITORIA: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO										ENVOLVENTE TENSIONES				RESISTENCIA TESADO DE LA VIGA			
X (m)	COMPROBACIÓN EN VACÍO					COMPROBACIÓN HORMIGONADO LOSA					MÁX	MIN	MÁX	MIN	fctm, fl. tesado	fck, tesado	MIN.
	FIBRA 1	FIBRA 2	FIBRA 3	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 1	FIBRA 2	FIBRA 3	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 3	FIBRA 3	FIBRA 5	FIBRA 5	σ (MPa)	σ_{max}	MIN.
-4,000			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,70	27,00	45,0
0,000			0,11	6,74	7,15			0,10	6,23	6,62	0,11	0,10	7,15	6,62	-2,70	27,00	45,0
0,413			0,58	13,36	14,16			1,21	11,79	12,46	1,21	0,58	14,16	12,46	-2,70	27,00	45,0
0,825			0,94	14,68	15,53			2,20	12,45	13,09	2,20	0,94	15,53	13,09	-2,70	27,00	45,0
1,238			0,13	16,12	17,12			2,05	13,28	13,98	2,05	0,13	17,12	13,98	-2,70	27,00	45,0
1,650			0,32	17,97	19,07			2,81	14,46	15,21	2,81	0,32	19,07	15,21	-2,70	27,00	45,0
2,063			0,49	19,56	20,76			3,51	15,50	16,25	3,51	0,49	20,76	16,25	-2,70	27,00	45,0
2,475			0,75	19,32	20,49			4,27	14,83	15,49	4,27	0,75	20,49	15,49	-2,70	27,00	45,0
2,888			0,37	21,09	22,39			4,38	16,08	16,81	4,38	0,37	22,39	16,81	-2,70	27,00	45,0
3,300			0,44	23,05	24,46			4,89	17,51	18,30	4,89	0,44	24,46	18,30	-2,70	27,00	45,0
3,713			0,55	23,97	25,43			5,38	18,03	18,82	5,38	0,55	25,43	18,82	-2,70	27,00	45,0
4,125			0,74	23,79	25,23			5,94	17,54	18,27	5,94	0,74	25,23	18,27	-2,70	27,00	45,0
4,538			0,81	23,64	25,06			6,42	17,12	17,79	6,42	0,81	25,06	17,79	-2,70	27,00	45,0
4,950			1,05	23,51	24,91			6,85	16,74	17,36	6,85	1,05	24,91	17,36	-2,70	27,00	45,0
5,363			1,18	23,38	24,77			7,22	16,42	16,99	7,22	1,18	24,77	16,99	-2,70	27,00	45,0
5,775			1,29	23,28	24,65			7,58	16,11	16,64	7,58	1,29	24,65	16,64	-2,70	27,00	45,0
6,188			1,39	23,19	24,55			7,84	15,88	16,38	7,84	1,39	24,55	16,38	-2,70	27,00	45,0
6,600			1,47	23,11	24,47			8,08	15,66	16,14	8,08	1,47	24,47	16,14	-2,70	27,00	45,0
7,013			1,53	23,06	24,41			8,25	15,52	15,97	8,25	1,53	24,41	15,97	-2,70	27,00	45,0
7,425			1,58	23,01	24,35			8,40	15,39	15,82	8,40	1,58	24,35	15,82	-2,70	27,00	45,0
7,838			1,60	23,00	24,34			8,45	15,34	15,77	8,45	1,60	24,34	15,77	-2,70	27,00	45,0
8,250			1,61	22,99	24,32			8,49	15,30	15,73	8,49	1,61	24,32	15,73	-2,70	27,00	45,0

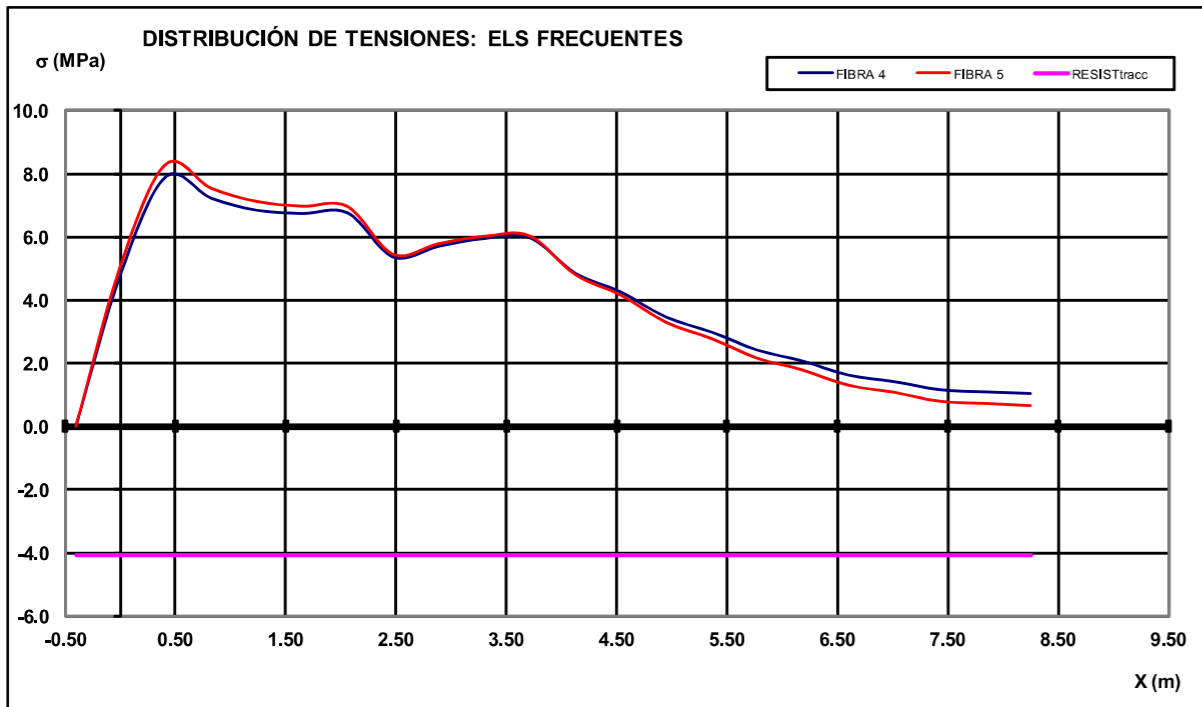


NOTA: COMPRESIONES (+)



COMBINACIÓN ELS FRECUENTE

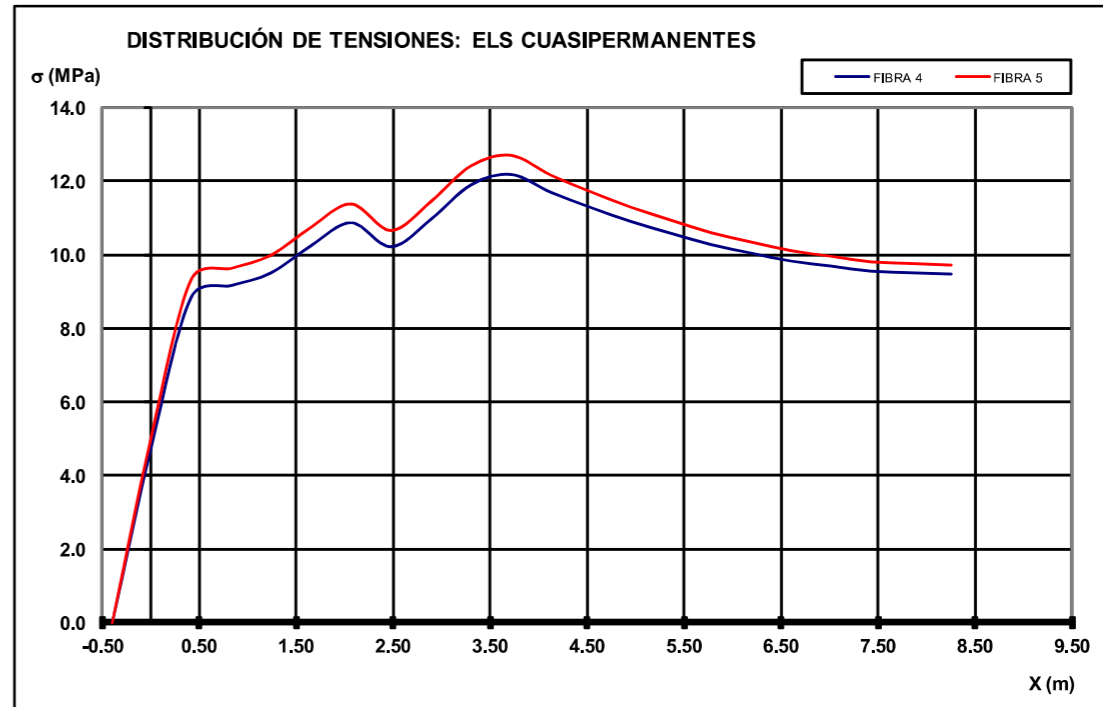
X (m)	Comb. ELS B1		Comb. ELS B2		Comb. ELS B3		Comb. ELS B4		ENV ELS FREC.		RESISTENCIA fctm, fl σ (MPa)
	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	
	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	
-0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.07
0.000	5.97	6.33	6.00	6.36	4.77	5.04	4.80	5.08	4.77	5.04	-4.07
0.413	10.21	10.76	11.12	11.74	7.88	8.28	8.79	9.26	7.88	8.28	-4.07
0.825	9.73	10.18	11.57	12.16	7.21	7.53	9.06	9.50	7.21	7.53	-4.07
1.238	9.63	10.08	12.15	12.77	6.83	7.11	9.35	9.81	6.83	7.11	-4.07
1.650	9.81	10.22	13.12	13.76	6.72	6.96	10.03	10.50	6.72	6.96	-4.07
2.063	10.09	10.46	13.94	14.59	6.75	6.95	10.60	11.08	6.75	6.95	-4.07
2.475	8.61	8.84	13.14	13.71	5.35	5.44	9.89	10.30	5.35	5.44	-4.07
2.888	9.27	9.53	14.18	14.80	5.69	5.78	10.60	11.05	5.69	5.78	-4.07
3.300	9.84	10.10	15.40	16.06	5.94	6.01	11.50	11.97	5.94	6.01	-4.07
3.713	10.01	10.25	15.78	16.44	5.97	6.02	11.74	12.21	5.97	6.02	-4.07
4.125	8.82	8.95	15.20	15.79	4.84	4.80	11.22	11.64	4.84	4.80	-4.07
4.538	8.17	8.23	14.69	15.22	4.24	4.15	10.76	11.14	4.24	4.15	-4.07
4.950	7.32	7.31	14.22	14.71	3.45	3.29	10.35	10.69	3.45	3.29	-4.07
5.363	6.81	6.74	13.84	14.28	2.98	2.77	10.01	10.31	2.98	2.77	-4.07
5.775	6.20	6.07	13.47	13.87	2.41	2.15	9.68	9.95	2.41	2.15	-4.07
6.188	5.82	5.66	13.19	13.56	2.06	1.78	9.43	9.67	2.06	1.78	-4.07
6.600	5.35	5.15	12.93	13.27	1.62	1.30	9.20	9.42	1.62	1.30	-4.07
7.013	5.13	4.90	12.76	13.08	1.41	1.07	9.04	9.25	1.41	1.07	-4.07
7.425	4.85	4.60	12.60	12.90	1.15	0.79	8.90	9.10	1.15	0.79	-4.07
7.838	4.78	4.52	12.54	12.84	1.09	0.72	8.85	9.04	1.09	0.72	-4.07
8.250	4.72	4.45	12.50	12.78	1.03	0.66	8.81	8.99	1.03	0.66	-4.07



NOTA: COMPRESIONES (+)

COMBINACIÓN ELS CUASIPERMANENTE

X (m)	Comb. ELS C1		Comb. ELS C2		Comb. ELS C3		Comb. ELS C4		ENV ELS CUASIP.	
	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5
	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)
-0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	5.97	6.33	5.97	6.33	4.77	5.04	4.77	5.04	4.77	5.04
0.413	11.19	11.81	11.22	11.84	8.86	9.33	8.89	9.36	8.86	9.33
0.825	11.69	12.28	11.77	12.37	9.18	9.63	9.25	9.71	9.18	9.63
1.238	12.32	12.96	12.43	13.07	9.52	10.00	9.63	10.11	9.52	10.00
1.650	13.36	14.02	13.49	14.16	10.27	10.76	10.40	10.90	10.27	10.76
2.063	14.23	14.90	14.39	15.08	10.89	11.39	11.05	11.57	10.89	11.39
2.475	13.48	14.07	13.67	14.27	10.23	10.67	10.42	10.87	10.23	10.67
2.888	14.56	15.21	14.77	15.43	10.99	11.46	11.20	11.68	10.99	11.46
3.300	15.82	16.52	16.06	16.77	11.92	12.43	12.16	12.68	11.92	12.43
3.713	16.24	16.94	16.50	17.21	12.20	12.71	12.46	12.98	12.20	12.71
4.125	15.69	16.32	15.97	16.62	11.71	12.17	11.99	12.46	11.71	12.17
4.538	15.22	15.80	15.51	16.11	11.30	11.72	11.59	12.02	11.30	11.72
4.950	14.79	15.32	15.09	15.64	10.92	11.30	11.22	11.62	10.92	11.30
5.363	14.43	14.92	14.75	15.25	10.60	10.94	10.91	11.28	10.60	10.94
5.775	14.08	14.53	14.41	14.87	10.29	10.61	10.61	10.95	10.29	10.61
6.188	13.83	14.24	14.16	14.59	10.06	10.36	10.39	10.71	10.06	10.36
6.600	13.58	13.97	13.93	14.34	9.85	10.12	10.19	10.49	9.85	10.12
7.013	13.42	13.79	13.77	14.16	9.71	9.96	10.05	10.33	9.71	9.96
7.425	13.27	13.62	13.62	14.00	9.57	9.82	9.92	10.19	9.57	9.82
7.838	13.22	13.56	13.57	13.94	9.53	9.77	9.88	10.14	9.53	9.77
8.250	13.18	13.52	13.53	13.90	9.49	9.73	9.84	10.10	9.49	9.73



NOTA: COMPRESIONES (+)



CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU FLEXIÓN (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN LOSA

f_{ck} 25 MPa
 γ_c 1.5
 α_{cc} 0.85
 f_{cd} 14.2 MPa
 $f_{ck,VIGA}$ 50 MPa

ACERO ACTIVO

f_{yk} 1636.8 MPa
 γ_s 1.15
 f_{pyd} 1423.3 MPa
 E_p 190000 MPa
 ϵ_{pyd} 0.00749
 ϵ_{yk} 7.49 ‰

ACERO PASIVO

f_{yk} 500 MPa
 γ_s 1.15
 f_{yd} 434.8 MPa
 E_s 200000 MPa
 ϵ_{yd} 0.00217
 ϵ_{yk} 2.17 ‰

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE CÁLCULO

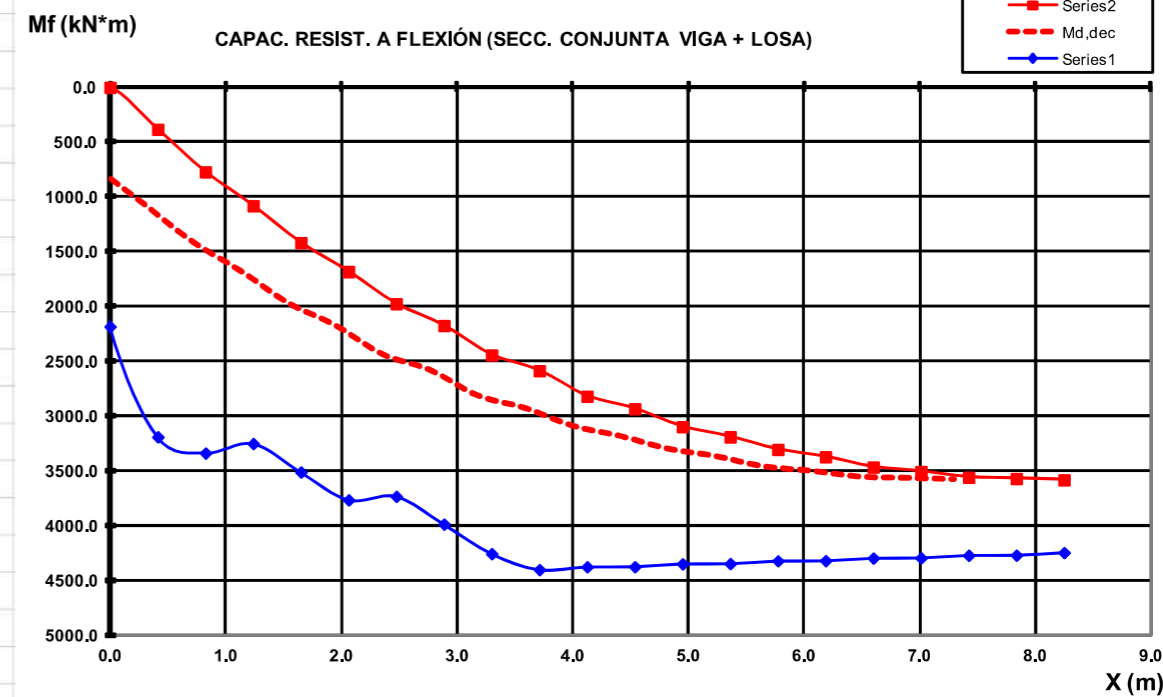
X (m)	b _{LOSA} (m)	h _{LOSA} (m)	h _{PREL} (m)	b _{ALMA} (m)	h _{VIGA} (m)	A _p (cm ²)	F _{pd} (kN)	Z _p (m)	A _s (cm ²)	F _{sd} (kN)	Z _s (m)	F _{total} (kN)	ΔF _{td} (kN)	CDG _{arm} (m)
-0.400	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	0.00	0.0	0.000	6.28	273.0	0.800	273.0	0.0	0.800
0.000	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	8.62	1226.8	0.650	6.28	273.0	0.800	1499.9	951.8	0.677
0.413	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	17.52	2493.3	0.650	6.28	273.0	0.800	2766.4	947.7	0.665
0.825	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.650	6.28	273.0	0.800	3062.7	843.1	0.663
1.238	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	20.45	2910.3	0.683	6.28	273.0	0.800	3183.3	477.2	0.693
1.650	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	22.99	3272.2	0.683	6.28	273.0	0.800	3545.2	434.3	0.692
2.063	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	25.20	3586.7	0.683	6.28	273.0	0.800	3859.8	434.7	0.692
2.475	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	25.20	3586.7	0.683	6.28	273.0	0.800	3859.8	394.9	0.692
2.888	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	26.97	3838.9	0.695	6.28	273.0	0.800	4112.0	395.4	0.702
3.300	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	29.51	4200.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4473.8	369.8	0.702
3.713	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	369.2	0.702
4.125	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	337.5	0.702
4.538	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	335.5	0.702
4.950	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	302.7	0.702
5.363	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	300.7	0.702
5.775	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	269.3	0.702
6.188	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	267.3	0.702
6.600	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	237.3	0.702
7.013	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	235.2	0.702
7.425	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	205.9	0.702
7.838	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	203.8	0.702
8.250	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	174.8	0.702

ESFUERZOS DE CÁLCULO

X (m)	X _{dec} (m)	M _d (kN)	N _d (kN)
-0.400	-1.450	0.0	0.0
0.000	-0.927	0.0	0.0
0.413	-0.502	383.4	0.0
0.825	-0.088	771.5	0.0
1.238	0.294	1080.0	0.0
1.650	0.708	1417.5	0.0
2.063	1.121	1680.8	0.0
2.475	1.533	1975.1	0.0
2.888	1.935	2173.5	0.0
3.300	2.348	2440.8	0.0
3.713	2.761	2583.9	0.0
4.125	3.173	2817.5	0.0
4.538	3.586	2931.5	0.0
4.950	3.998	3094.9	0.0
5.363	4.411	3187.4	0.0
5.775	4.823	3302.8	0.0
6.188	5.236	3371.0	0.0
6.600	5.648	3463.4	0.0
7.013	6.061	3503.3	0.0
7.425	6.473	3556.6	0.0
7.838	6.886	3568.7	0.0
8.250	7.298	3580.9	0.0

CAPACIDAD RESISTENTE SECCIÓN CONJUNTA (VIGA + LOSA)

F _{total} (kN)	X _{FN} (m)	Z (m)	Mu (kN*m)	Md (kN*m)	γ	CHECK
273.0	0.010	1.046	285.6	0.0	#DIV/0!	OK!
2451.6	0.093	0.890	2182.2	0.0	#DIV/0!	OK!
3714.1	0.141	0.858	3188.2	383.4	8.32	OK!
3905.8	0.148	0.854	3335.9	771.5	4.32	OK!
3660.5	0.139	0.888	3249.7	1080.0	3.01	OK!
3979.5	0.151	0.882	3509.6	1417.5	2.48	OK!
4294.5	0.163	0.876	3763.6	1680.8	2.24	OK!
4254.6	0.161	0.877	3731.3	1975.1	1.89	OK!
4507.4	0.171	0.884	3984.4	2173.5	1.83	OK!
4843.7	0.184	0.878	4254.2	2440.8	1.74	OK!
5026.0	0.191	0.875	4399.2	2583.9	1.70	OK!
4994.3	0.190	0.876	4373.9	2817.5	1.55	OK!
4992.3	0.189	0.876	4372.2	2931.5	1.49	OK!
4959.5	0.188	0.876	4346.0	3094.9	1.40	OK!
4957.5	0.188	0.876	4344.4	3187.4	1.36	OK!
4926.1	0.187	0.877	4319.3	3302.8	1.31	OK!
4924.1	0.187	0.877	4317.6	3371.0	1.28	OK!
4894.1	0.186	0.877	4293.5	3463.4	1.24	OK!
4892.0	0.186	0.877	4291.9	3503.3	1.23	OK!
4862.7	0.185	0.878	4268.3	3556.6	1.20	OK!
4860.7	0.184	0.878	4266.7	3568.7	1.20	OK!
4831.6	0.183	0.878	4243.3	3580.9	1.18	OK!



CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ARMADO / PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU CORTANTE (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN VIGA

f_{ck} 50 MPa
 γ_c 1.5
 f_{cd} 33.3 MPa

ACERO CERCOS

f_{yk} 500 MPa
 γ_s 1.15
 f_{sd} 400.0 MPa

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE CÁLCULO

X (m)	b0 (m)	d (m)	z (m)	A_{s1} (cm ²)	A_{secc} (m ²)	α °	θ °	CHECK
-0.400	0.120	1.050	1.046	6.3	0.7173	90.0	45.0	OK!
0.000	0.120	0.927	0.890	14.9	0.7173	90.0	45.0	OK!
0.413	0.120	0.915	0.858	23.8	0.7173	90.0	45.0	OK!
0.825	0.120	0.913	0.854	25.9	0.7173	90.0	45.0	OK!
1.238	0.120	0.943	0.888	26.7	0.7173	90.0	45.0	OK!
1.650	0.120	0.942	0.882	29.3	0.7173	90.0	45.0	OK!
2.063	0.120	0.942	0.876	31.5	0.7173	90.0	45.0	OK!
2.475	0.120	0.942	0.877	31.5	0.7173	90.0	45.0	OK!
2.888	0.120	0.952	0.884	33.3	0.7173	90.0	45.0	OK!
3.300	0.120	0.952	0.878	35.8	0.7173	90.0	45.0	OK!
3.713	0.120	0.952	0.875	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
4.125	0.120	0.952	0.876	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
4.538	0.120	0.952	0.876	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
4.950	0.120	0.952	0.876	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
5.363	0.120	0.952	0.876	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
5.775	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
6.188	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
6.600	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
7.013	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
7.425	0.120	0.952	0.878	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
7.838	0.120	0.952	0.878	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
8.250	0.120	0.952	0.878	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!

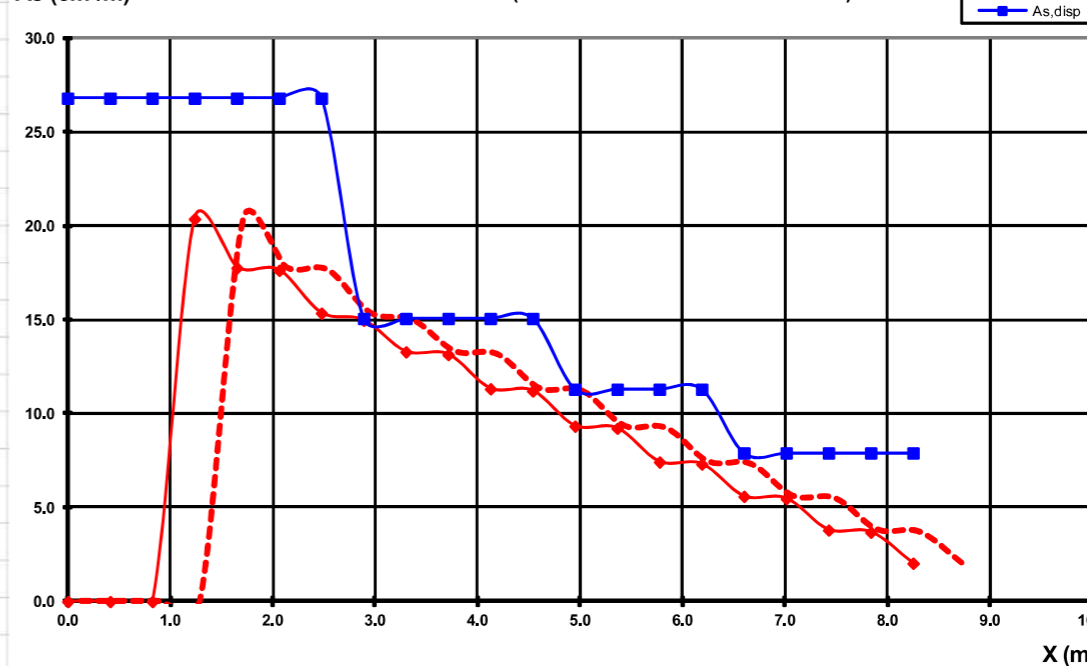
ESFUERZOS DE CÁLCULO

V_{rd} (kN)	N_d (kN)	SIGNO
0.0	0.0	COMP.
951.8	796.1	COMP.
947.7	1618.0	COMP.
843.1	1810.3	COMP.
839.0	1888.5	COMP.
747.9	2123.3	COMP.
743.9	2327.5	COMP.
664.2	2327.5	COMP.
660.2	2491.1	COMP.
603.5	2726.0	COMP.
599.4	2844.7	COMP.
536.0	2844.7	COMP.
531.9	2844.7	COMP.
466.4	2844.7	COMP.
462.4	2844.7	COMP.
399.6	2844.7	COMP.
395.6	2844.7	COMP.
335.5	2844.7	COMP.
331.4	2844.7	COMP.
272.7	2844.7	COMP.
268.7	2844.7	COMP.
210.6	2844.7	COMP.

ARMADURA DISPUESTA Y ARMADURA MÍNIMA

X (m)	Xdec (m)	$A_{s,nec}$ (cm ² /m)	$A_{s,disp}$ (cm ² /m)	$A_{s,min}$ (cm ² /m)	$f_{ct,m}$ (MPa)	V_{rd} / V_{u1}	$s_{t,max}$ (m)	
-0.400	0.125	0.0	26.8	f16 0.15	0.0	4.1	0.00	0.300
0.000	0.464	0.0	26.8		0.0	4.1	0.83	0.278
0.413	0.870	0.0	26.8		0.0	4.1	0.81	0.274
0.825	1.282	0.0	26.8		0.0	4.1	0.72	0.274
1.238	1.709	20.4	26.8		1.6	4.1	0.69	0.283
1.650	2.121	17.8	26.8		1.6	4.1	0.61	0.300
2.063	2.533	17.6	26.8		1.6	4.1	0.60	0.300
2.475	2.946	15.4	26.8		1.6	4.1	0.54	0.300
2.888	3.364	15.0	15.1	f12 0.15	1.6	4.1	0.52	0.300
3.300	3.776	13.3	15.1		1.6	4.1	0.47	0.300
3.713	4.188	13.1	15.1		1.6	4.1	0.47	0.300
4.125	4.601	11.3	15.1		1.6	4.1	0.42	0.300
4.538	5.013	11.2	15.1		1.6	4.1	0.42	0.300
4.950	5.426	9.3	11.3	f12 0.20	1.6	4.1	0.37	0.300
5.363	5.838	9.2	11.3		1.6	4.1	0.36	0.300
5.775	6.251	7.4	11.3		1.6	4.1	0.31	0.300
6.188	6.663	7.3	11.3		1.6	4.1	0.31	0.300
6.600	7.076	5.6	7.9	f10 0.20	1.6	4.1	0.26	0.300
7.013	7.488	5.5	7.9		1.6	4.1	0.26	0.300
7.425	7.901	3.8	7.9		1.6	4.1	0.21	0.300
7.838	8.313	3.7	7.9		1.6	4.1	0.21	0.300
8.250	8.726	2.0	7.9		1.6	4.1	0.16	0.300

As (cm²/m) CAPAC. RESIST. A CORTANTE (SECC. CONJUNTA VIGA + LOSA)



CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ARMADO / PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU RASANTE VIGA - LOSA (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN LOSA

f_{ck} 25 MPa
 γ_c 1,5
 f_{ctd} 16,7 MPa
 f_{ctst} 1,20 MPa

ACERO CERCOS

f_{yk} 500 MPa
 γ_s 1,15
 f_{sd} 400,0 MPa

TIPO RUGOSIDAD ALTA
 $\tau_{r,lim}$ (kPa) = 2394,0

ELU RASANTE: ESFUERZOS DE CÁLCULO

X (m)	b _{junta} (m)	Lr (m)	ΔC (kN)	σ _{plast} (kPa)	Vd (kN)	Z (m)	τ _{m,d} (kPa)
-0.400	1,080	8,250	4831,6	542,3	0,0	1,046	0,0
0.000	1,080	8,250	4831,6	542,3	951,8	0,890	990,1
0.413	1,080	8,250	4831,6	542,3	947,7	0,858	1022,2
0.825	1,080	8,250	4831,6	542,3	843,1	0,854	914,0
1.238	1,080	8,250	4831,6	542,3	839,0	0,888	875,1
1.650	1,080	8,250	4831,6	542,3	747,9	0,882	785,2
2.063	1,080	8,250	4831,6	542,3	743,9	0,876	785,9
2.475	1,080	8,250	4831,6	542,3	684,2	0,877	701,3
2.888	1,080	8,250	4831,6	542,3	660,2	0,884	691,5
3.300	1,080	8,250	4831,6	542,3	603,5	0,878	636,2
3.713	1,080	8,250	4831,6	542,3	599,4	0,875	634,1
4.125	1,080	8,250	4831,6	542,3	536,0	0,876	566,6
4.538	1,080	8,250	4831,6	542,3	531,9	0,876	562,3
4.950	1,080	8,250	4831,6	542,3	466,4	0,876	492,8
5.363	1,080	8,250	4831,6	542,3	462,4	0,876	488,5
5.775	1,080	8,250	4831,6	542,3	399,6	0,877	422,0
6.188	1,080	8,250	4831,6	542,3	395,6	0,877	417,7
6.600	1,080	8,250	4831,6	542,3	335,5	0,877	354,1
7.013	1,080	8,250	4831,6	542,3	331,4	0,877	349,8
7.425	1,080	8,250	4831,6	542,3	272,7	0,878	287,7
7.838	1,080	8,250	4831,6	542,3	268,7	0,878	283,4
8.250	1,080	8,250	4831,6	542,3	210,6	0,878	222,0

ELU RASANTE: COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE LA JUNTA

β	μ	α	A _{o,disp} (cm ² /m)	CASO TIPO	τ _{r,u} (kPa)	CHECK
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	26,8	CASO 1	1553,1	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	15,1	CASO 1	1292,4	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	15,1	CASO 1	1292,4	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	15,1	CASO 1	1292,4	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	15,1	CASO 1	1292,4	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	11,3	CASO 1	1208,7	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	11,3	CASO 1	1208,7	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	11,3	CASO 1	1208,7	4166,7 OKI
0,80	0,60	90,0	11,3	CASO 1	1208,7	4166,7 OKI
0,40	0,60	90,0	0,0	CASO 1	478,8	335,2 OKI
0,40	0,60	90,0	0,0	CASO 1	478,8	335,2 OKI
0,40	0,60	90,0	0,0	CASO 1	478,8	335,2 OKI
0,40	0,60	90,0	0,0	CASO 1	478,8	335,2 OKI
0,40	0,60	90,0	0,0	CASO 1	478,8	335,2 OKI



3.4) Viga 4 - CENTRAL:

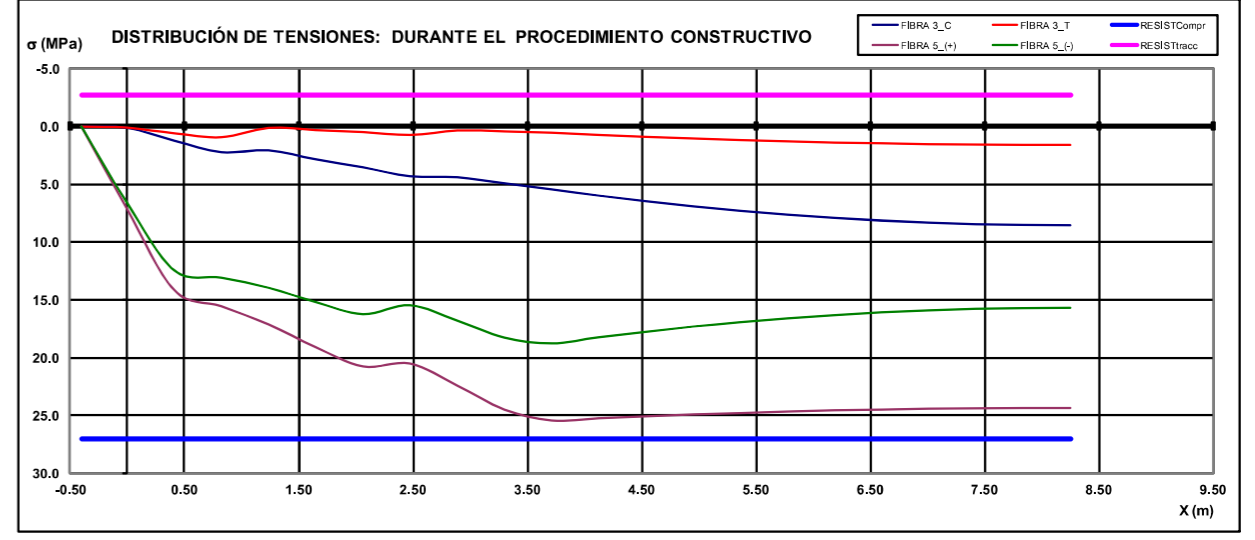
DATOS DE LOS MATERIALES: VIGA PREFABRICADA			
* HORMIGÓN:			
Resist. Característica (28 d):	f_{ck}	50,00 MPa	
	γ_c	1,50 ELU 1,30 ACC	
Módulo de Deformación Secante (28 d):	E_{cm}	32902 MPa	
Resist. Media Compresión (28 d):	f_{cm}	58,00 MPa	
Resist. Media Tracción (28 d):	$f_{ct,m}$	4,07 MPa	
Resist. Media Flexotracción (28 d):	$f_{ctm,t}$	4,07 MPa	
	h_{ega}	0,85 m	
* ARMADURA ACTIVA:			
	ϕ_{nom}	15,2 mm	
	A_p	1,40 cm ²	
	E_p	190000 MPa	
* ARMADURA PASIVA:			
	E_s	200000 MPa	
	γ_s	1,15 ELU 1,00 ACC	
Resist. Última Pretensado:	$f_{p,max}$	1860 MPa	
Resist. Última Característico:	f_{ypk}	1637 MPa	
Resist. Última Característico:	f_{yk}	1,15 ELU 1,00 ACC	
Longitud Transversal:	$l_{p,t}$	0,909 m	
Tensión Adherencia (28 d):	$f_{ad(28)}$	2,2 MPa	
	$f_{ad(3)}$	1,5 MPa	
DEF. ARMADURAS ACTIVAS			
	N_{ooc}	22	
	Z_{sup} (m)	0,00	
	L_{ent} (m)	0,00	
	L_{transf} (m)	0,00	
	A_s (cm ²)	6,28	
	Z (m)	0,00	
DEF. ARMADURAS PASIVAS			
	A_s (cm ²)	6,28	
	Z (m)	0,00	
	$A_{s,tot}$ (cm ²)	12,56	
	ρ	0,88	
	CDG_{sup} (m)	0,895	
	CDG_{inf} (m)	-0,155	
	h_{ega}	0,85	

DEFINICIÓN CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS: SECCIÓN VIGA PREFABRICADA AISLADA			
* PROPIEDADES BRUTAS:			
ÁREA (m ²)	0,2976		
CDG_{sup} (m)	0,416		
CDG_{inf} (m)	-0,434		
I_{yy} (m ⁴)	0,000219		
* PROPIEDADES NETAS:			
ÁREA (m ²)	0,2939		
CDG_{sup} (m)	0,412		
CDG_{inf} (m)	-0,438		
I_{yy} (m ⁴)	0,02981		
* PROPIEDADES HOMOGENIZADAS:			
ÁREA (m ²)	0,3155		
CDG_{sup} (m)	0,433		
CDG_{inf} (m)	-0,417		
I_{yy} (m ⁴)	0,031751		
MÓDULOS RESISTENTES:			
d_1 (m)	0,000 LOSA_SUP	d_1 (m)	0,000 LOSA_SUP
W_1 (cm ³)	0,000	W_1 (cm ³)	0,000
d_2 (m)	0,000 LOSA_INF	d_2 (m)	0,000 LOSA_INF
W_2 (cm ³)	0,000	W_2 (cm ³)	0,000
d_3 (m)	0,416 VIGA_SUP	d_3 (m)	0,433 VIGA_SUP
W_3 (cm ³)	0,072894	W_3 (cm ³)	0,072536
d_4 (m)	-0,388 PRET_INF	d_4 (m)	-0,388 PRET_INF
W_4 (cm ³)	-0,078936	W_4 (cm ³)	-0,077004
d_5 (m)	-0,434 VIGA_INF	d_5 (m)	-0,438 VIGA_INF
W_5 (cm ³)	-0,069562	W_5 (cm ³)	-0,068215

DEFINICIÓN CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS: SECCIÓN VIGA + LOSA			
TPO VIGA A ANALIZAR: INTERIOR			
CANTO LOSA (m) 0,25			
* PROPIEDADES BRUTAS:			
ÁREA (m ²)	0,7173		
CDG_{sup} (m)	0,341		
CDG_{inf} (m)	-0,759		
I_{yy} (m ⁴)	0,085734		
* PROPIEDADES NETAS:			
ÁREA (m ²)	0,7136		
CDG_{sup} (m)	0,338		
CDG_{inf} (m)	-0,762		
I_{yy} (m ⁴)	0,084286		
* PROPIEDADES HOMOGENIZADAS:			
ÁREA (m ²)	0,7352		
CDG_{sup} (m)	0,356		
CDG_{inf} (m)	-0,744		
I_{yy} (m ⁴)	0,092538		
MÓDULOS RESISTENTES:			
d_1 (m)	0,341 LOSA_SUP	d_1 (m)	0,338 LOSA_SUP
W_1 (cm ³)	0,251329	W_1 (cm ³)	0,249448
d_2 (m)	0,091 LOSA_INF	d_2 (m)	0,088 LOSA_INF
W_2 (cm ³)	0,046072	W_2 (cm ³)	0,045997
d_3 (m)	0,091 VIGA_SUP	d_3 (m)	0,088 VIGA_SUP
W_3 (cm ³)	0,046072	W_3 (cm ³)	0,045997
d_4 (m)	-0,707 PRET_INF	d_4 (m)	-0,712 PRET_INF
W_4 (cm ³)	-0,120943	W_4 (cm ³)	-0,118361
d_5 (m)	-0,759 VIGA_INF	d_5 (m)	-0,762 VIGA_INF
W_5 (cm ³)	-0,112975	W_5 (cm ³)	-0,110596

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRETENSADO			
Fuerza Pretensado INICIAL (kN)	4296,6	TENSIÓN INICIAL (MPa)	1395,0
CHECK: 0,75 $f_{p,max}$ < 0,85 f_{ypk}			
Pérdidas por fricción: 0,00 %			
Pérdidas por curvatura: 0,6 %			
Pérdidas por relajación: 3,7 %			
Pérdidas por temperatura: 5,5 %			
Pérdidas por acortamiento elástico: 8,3 %			
Pérdidas INS hasta TRANSFERENCIA (kN)			
Fuerza Pretensado INSTANTÁNEA (kN)	3522,9	TENSIÓN REMANENTE (MPa)	1143,8
CHECK: 0,61 $f_{p,max}$ < 0,70 f_{ypk}			
Pérdidas DF hasta HORMIGONADO: 6,1 %			
Pérdidas DF hasta t=0 (kN): 367,5			
Pérdidas DF hasta t=0 (MPa): 8,6 %			
Pérdidas DF hasta t=0 (kN): 684,6			
Pérdidas DF hasta t=0 (MPa): 15,9 %			
Pérdidas TOTALES (INS+DF) (kN)			
Fuerza Pretensado FINAL (kN)	2838,3	TENSIÓN FINAL (MPa)	921,5
CHECK: 0,50 $f_{p,max}$ < 0,56 f_{ypk}			

COMBINACIÓN EL TRANSITORIA: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO										ENVOLVENTE TENSIONES				RESISTENCIA TESADO DE LA VIGA				
X (m)	COMPROBACIÓN EN VACÍO					COMPROBACIÓN HORMIGONADO LOSA					MÁX	MIN	MÁX	MIN	RESISTENCIA TESADO DE LA VIGA	fctm,ft,tesado (MPa)	fck,tesado (MPa)	MIN.
	FIBRA 1	FIBRA 2	FIBRA 3	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 1	FIBRA 2	FIBRA 3	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 3	FIBRA 3	FIBRA 5	FIBRA 5				
-0,409			0,00	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,70	27,00	45,0	
0,000			0,11	6,74	7,15			0,10	6,23	6,62	0,11	0,10	7,15	6,62	-2,70	27,00	45,0	
0,413			0,58	13,36	14,16			1,21	11,79	12,46	1,21	0,58	14,16	12,46	-2,70	27,00	45,0	
0,825			0,93	14,69	15,55			2,20	12,45	13,09	2,20	0,93	15,55	13,09	-2,70	27,00	45,0	
1,238			0,13	16,12	17,12			2,06	13,27	13,97	2,06	0,13	17,12	13,97	-2,70	27,00	45,0	
1,650			0,30	17,98	19,09			2,83	14,47	15,20	2,83	0,30	19,09	15,20	-2,70	27,00	45,0	
2,063			0,49	19,56	20,76			3,52	15,49	16,24	3,52	0,49	20,76	16,24	-2,70	27,00	45,0	
2,475			0,74	19,34	20,50			4,29	14,82	15,48	4,29	0,74	20,50	15,48	-2,70	27,00	45,0	
2,888			0,36	21,10	22,40			4,39	16,07	16,80	4,39	0,36	22,40	16,80	-2,70	27,00	45,0	
3,300			0,42	23,06	24,48			4,90	17,50	18,29	4,90	0,42	24,48	18,29	-2,70	27,00	45,0	
3,713			0,55	23,97	25,43			5,42	18,00	18,78	5,42	0,55	25,43	18,78	-2,70	27,00	45,0	
4,125			0,73	23,80	25,24			5,96	17,52	18,24	5,96	0,73	25,24	18,24	-2,70	27,00	45,0	
4,538			0,89	23,65	25,07			6,44	17,10	17,77	6,44	0,89	25,07	17,77	-2,70	27,00	45,0	
4,950			1,05	23,51	24,91			6,89	16,71	17,32	6,89	1,05	24,91	17,32	-2,70	27,00	45,0	
5,363			1,17	23,39	24,78			7,26	16,36	16,95	7,26	1,17	24,78	16,95	-2,70	27,00	45,0	
5,775			1,29	23,28	24,65			7,62	16,07	16,60	7,62	1,29	24,65	16,60	-2,70	27,00	45,0	
6,188			1,39	23,19	24,55			7,89	15,83	16,33	7,89	1,39	24,55	16,33	-2,70	27,00	45,0	
6,600			1,46	23,13	24,48			8,12	15,63	16,10	8,12	1,46	24,48	16,10	-2,70	27,00	45,0	
7,013			1,53	23,06	24,41			8,30	15,48	15,92	8,30	1,53	24,41	15,92	-2,70	27,00	45,0	
7,425			1,57	23,03	24,37			8,44	15,36	15,79	8,44	1,57	24,37	15,79	-2,70	27,00	45,0	
7,838			1,60	23,00	24,34			8,51	15,30	15,72	8,51	1,60	24,34	15,72	-2,70	27,00	45,0	
8,250			1,60	23,00	24,34			8,53	15,27	15,69	8,53	1,60	24,34	15,69	-2,70	27,00	45,0	

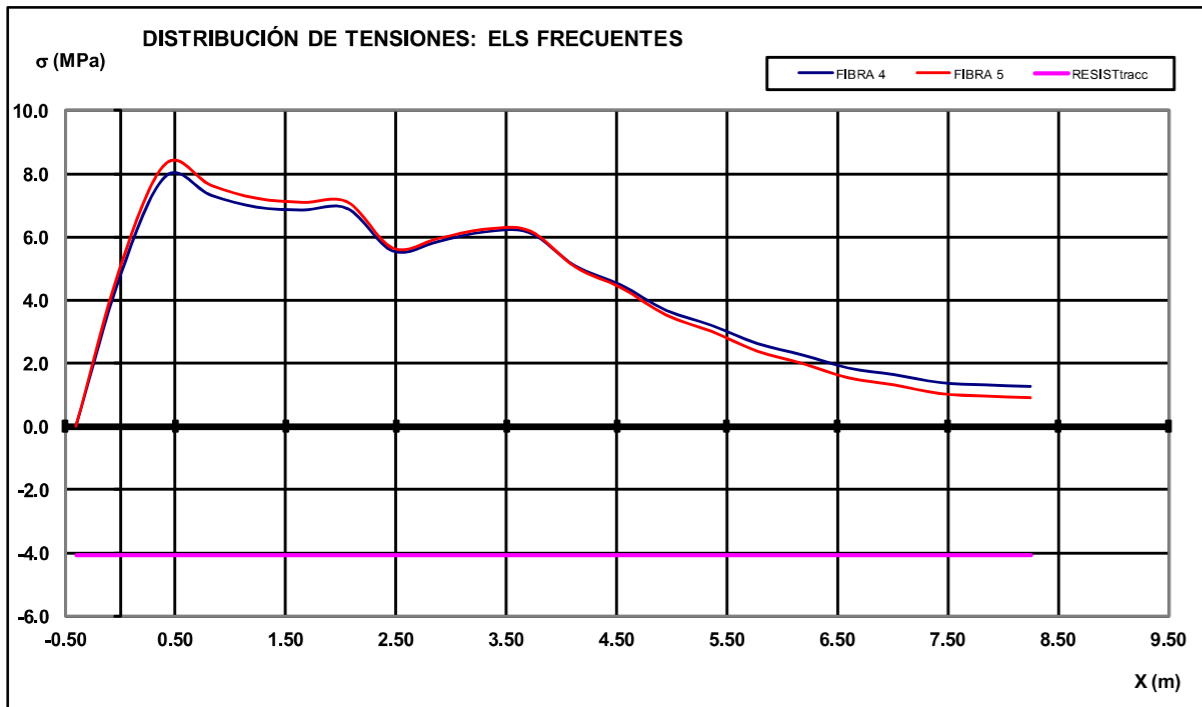


NOTA: COMPRESIONES (+)



COMBINACIÓN ELS FRECUENTE

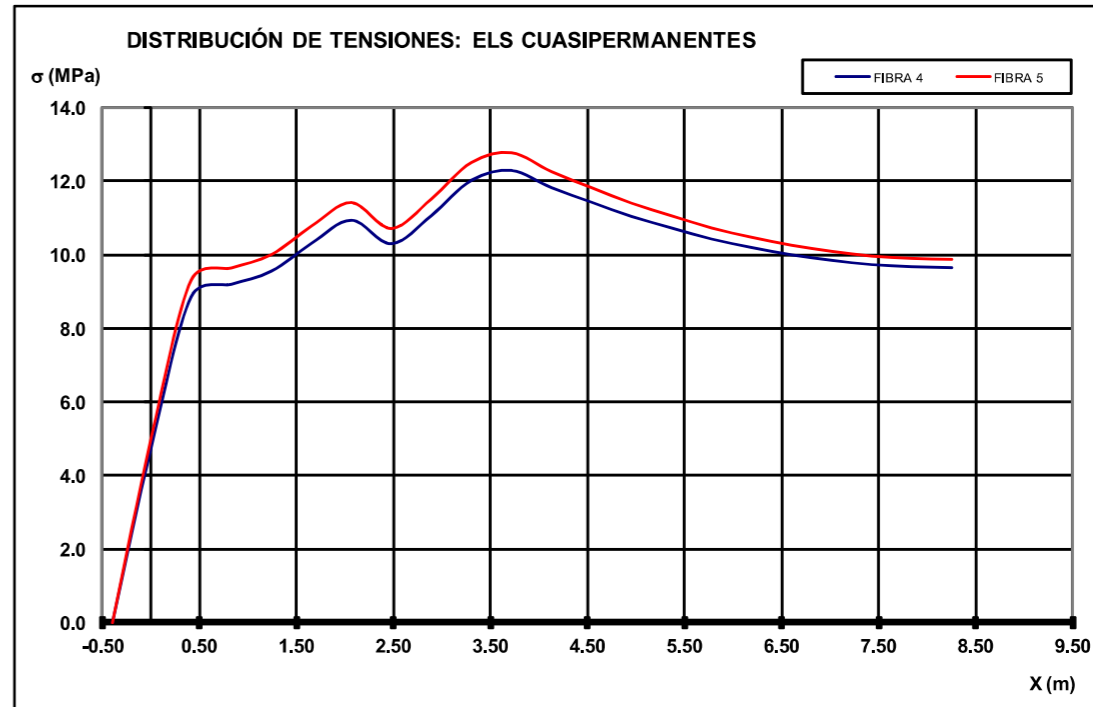
X (m)	Comb. ELS B1		Comb. ELS B2		Comb. ELS B3		Comb. ELS B4		ENV ELS FREC.		RESISTENCIA fctm, fl σ (MPa)
	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	
	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	
-0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.07
0.000	5.96	6.32	6.00	6.36	4.75	5.03	4.79	5.07	4.75	5.03	-4.07
0.413	10.25	10.80	11.15	11.77	7.91	8.32	8.81	9.28	7.91	8.32	-4.07
0.825	9.83	10.29	11.63	12.22	7.31	7.63	9.11	9.56	7.31	7.63	-4.07
1.238	9.74	10.19	12.23	12.86	6.93	7.22	9.42	9.89	6.93	7.22	-4.07
1.650	9.94	10.36	13.24	13.89	6.84	7.09	10.14	10.62	6.84	7.09	-4.07
2.063	10.23	10.62	14.08	14.75	6.89	7.10	10.73	11.22	6.89	7.10	-4.07
2.475	8.80	9.05	13.32	13.89	5.54	5.64	10.06	10.48	5.54	5.64	-4.07
2.888	9.44	9.71	14.38	15.01	5.85	5.95	10.79	11.25	5.85	5.95	-4.07
3.300	10.06	10.34	15.62	16.30	6.15	6.24	11.71	12.20	6.15	6.24	-4.07
3.713	10.18	10.43	16.00	16.67	6.13	6.19	11.95	12.43	6.13	6.19	-4.07
4.125	9.06	9.21	15.45	16.06	5.07	5.05	11.46	11.89	5.07	5.05	-4.07
4.538	8.41	8.49	14.97	15.52	4.47	4.39	11.03	11.43	4.47	4.39	-4.07
4.950	7.55	7.55	14.51	15.01	3.67	3.52	10.62	10.98	3.67	3.52	-4.07
5.363	7.03	6.98	14.13	14.59	3.19	3.00	10.29	10.61	3.19	3.00	-4.07
5.775	6.42	6.31	13.77	14.19	2.62	2.38	9.97	10.26	2.62	2.38	-4.07
6.188	6.03	5.87	13.50	13.89	2.26	1.98	9.73	10.00	2.26	1.98	-4.07
6.600	5.59	5.39	13.26	13.62	1.84	1.54	9.52	9.76	1.84	1.54	-4.07
7.013	5.36	5.14	13.09	13.43	1.63	1.31	9.36	9.59	1.63	1.31	-4.07
7.425	5.09	4.85	12.94	13.26	1.39	1.04	9.23	9.45	1.39	1.04	-4.07
7.838	5.01	4.76	12.88	13.20	1.31	0.95	9.18	9.39	1.31	0.95	-4.07
8.250	4.96	4.70	12.84	13.15	1.26	0.90	9.14	9.35	1.26	0.90	-4.07



NOTA: COMPRESIONES (+)

COMBINACIÓN ELS CUASIPERMANENTE

X (m)	Comb. ELS C1		Comb. ELS C2		Comb. ELS C3		Comb. ELS C4		ENV ELS CUASIP.	
	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5	FIBRA 4	FIBRA 5
	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)	σ (MPa)
-0.400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.000	5.96	6.32	5.96	6.32	4.76	5.03	4.76	5.03	4.76	5.03
0.413	11.19	11.81	11.23	11.85	8.85	9.32	8.89	9.36	8.85	9.36
0.825	11.71	12.31	11.79	12.39	9.19	9.65	9.26	9.73	9.19	9.65
1.238	12.35	12.99	12.46	13.11	9.54	10.02	9.65	10.14	9.54	10.14
1.650	13.39	14.06	13.54	14.22	10.30	10.79	10.45	10.95	10.30	10.79
2.063	14.28	14.96	14.46	15.15	10.93	11.43	11.11	11.62	10.93	11.43
2.475	13.55	14.14	13.76	14.37	10.29	10.73	10.50	10.95	10.29	10.73
2.888	14.64	15.29	14.87	15.54	11.05	11.53	11.29	11.78	11.05	11.53
3.300	15.92	16.63	16.18	16.90	12.01	12.52	12.27	12.80	12.01	12.52
3.713	16.33	17.02	16.60	17.32	12.28	12.79	12.55	13.08	12.28	12.79
4.125	15.80	16.44	16.10	16.76	11.81	12.27	12.11	12.59	11.81	12.27
4.538	15.35	15.93	15.66	16.27	11.42	11.84	11.73	12.18	11.42	11.84
4.950	14.91	15.45	15.24	15.80	11.03	11.42	11.36	11.77	11.03	11.42
5.363	14.56	15.05	14.91	15.42	10.72	11.07	11.06	11.44	10.72	11.07
5.775	14.22	14.67	14.58	15.06	10.42	10.74	10.78	11.13	10.42	10.74
6.188	13.96	14.38	14.33	14.78	10.19	10.49	10.56	10.89	10.19	10.49
6.600	13.73	14.13	14.11	14.54	9.99	10.27	10.37	10.68	9.99	10.27
7.013	13.56	13.94	13.95	14.36	9.84	10.11	10.23	10.52	9.84	10.11
7.425	13.43	13.79	13.82	14.21	9.72	9.98	10.11	10.39	9.72	9.98
7.838	13.37	13.72	13.76	14.14	9.67	9.91	10.06	10.34	9.67	9.91
8.250	13.34	13.69	13.74	14.11	9.64	9.89	10.04	10.31	9.64	9.89



NOTA: COMPRESIONES (+)



CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU FLEXIÓN (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN LOSA

f_{ck} 25 MPa
 γ_c 1.5
 α_{cc} 0.85
 f_{cd} 14.2 MPa
 $f_{ck,VIGA}$ 50 MPa

ACERO ACTIVO

f_{pyk} 1636.8 MPa
 γ_s 1.15
 f_{pyd} 1423.3 MPa
 E_p 190000 MPa
 ϵ_{pyd} 0.00749
 ϵ_{yk} 7.49 ‰

ACERO PASIVO

f_{yk} 500 MPa
 γ_s 1.15
 f_{yd} 434.8 MPa
 E_s 200000 MPa
 ϵ_{yd} 0.00217
 ϵ_{yk} 2.17 ‰

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE CÁLCULO

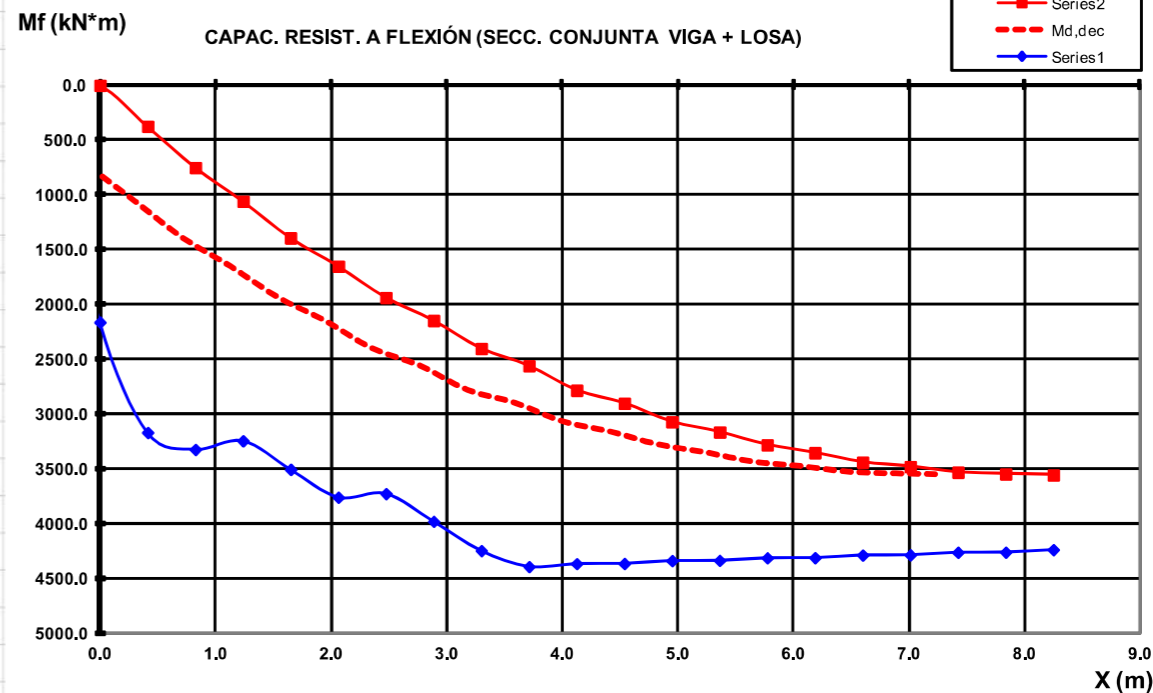
X (m)	b _{LOSA} (m)	h _{LOSA} (m)	h _{PREL} (m)	b _{ALMA} (m)	h _{VIGA} (m)	A _p (cm ²)	F _{pd} (kN)	Z _p (m)	A _s (cm ²)	F _{sd} (kN)	Z _s (m)	F _{total} (kN)	ΔF _{td} (kN)	CDG _{arm} (m)
-0.400	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	0.00	0.0	0.000	6.28	273.0	0.800	273.0	0.0	0.800
0.000	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	8.62	1226.8	0.650	6.28	273.0	0.800	1499.9	925.4	0.677
0.413	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	17.52	2493.3	0.650	6.28	273.0	0.800	2766.4	921.4	0.665
0.825	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	19.60	2789.7	0.650	6.28	273.0	0.800	3062.7	824.9	0.663
1.238	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	20.45	2910.3	0.683	6.28	273.0	0.800	3183.3	468.0	0.693
1.650	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	22.99	3272.2	0.683	6.28	273.0	0.800	3545.2	426.2	0.692
2.063	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	25.20	3586.7	0.683	6.28	273.0	0.800	3859.8	426.5	0.692
2.475	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	25.20	3586.7	0.683	6.28	273.0	0.800	3859.8	386.0	0.692
2.888	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	26.97	3838.9	0.695	6.28	273.0	0.800	4112.0	386.6	0.702
3.300	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	29.51	4200.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4473.8	357.6	0.702
3.713	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	357.0	0.702
4.125	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	324.6	0.702
4.538	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	322.6	0.702
4.950	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	290.2	0.702
5.363	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	287.5	0.702
5.775	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	257.8	0.702
6.188	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	255.7	0.702
6.600	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	226.0	0.702
7.013	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	224.0	0.702
7.425	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	195.0	0.702
7.838	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	193.0	0.702
8.250	2.325	0.250	0.060	0.120	0.850	30.80	4383.8	0.695	6.28	273.0	0.800	4656.8	165.3	0.702

ESFUERZOS DE CÁLCULO

X (m)	X _{dec} (m)	M _d (kN)	N _d (kN)
-0.400	-1.450	0.0	0.0
0.000	-0.927	0.7	0.0
0.413	-0.502	374.0	0.0
0.825	-0.088	749.3	0.0
1.238	0.294	1057.1	0.0
1.650	0.708	1391.9	0.0
2.063	1.121	1651.1	0.0
2.475	1.533	1935.9	0.0
2.888	1.935	2145.2	0.0
3.300	2.348	2401.0	0.0
3.713	2.761	2557.6	0.0
4.125	3.173	2781.7	0.0
4.538	3.586	2899.1	0.0
4.950	3.998	3068.6	0.0
5.363	4.411	3161.7	0.0
5.775	4.823	3279.2	0.0
6.188	5.236	3350.7	0.0
6.600	5.648	3437.8	0.0
7.013	6.061	3476.9	0.0
7.425	6.473	3529.6	0.0
7.838	6.886	3544.4	0.0
8.250	7.298	3553.9	0.0

CAPACIDAD RESISTENTE SECCIÓN CONJUNTA (VIGA + LOSA)

F _{total} (kN)	X _{FN} (m)	Z (m)	Mu (kN*m)	Md (kN*m)	γ	CHECK
273.0	0.010	1.046	285.6	0.0	#DIV/0!	OK!
2425.3	0.092	0.890	2159.7	0.7	3199.56	OK!
3687.7	0.140	0.859	3167.1	374.0	8.47	OK!
3887.6	0.148	0.854	3321.4	749.3	4.43	OK!
3651.4	0.139	0.888	3242.1	1057.1	3.07	OK!
3971.4	0.151	0.882	3502.9	1391.9	2.52	OK!
4286.3	0.163	0.877	3757.0	1651.1	2.28	OK!
4245.8	0.161	0.877	3724.1	1935.9	1.92	OK!
4498.6	0.171	0.884	3977.2	2145.2	1.85	OK!
4831.5	0.183	0.878	4244.4	2401.0	1.77	OK!
5013.8	0.190	0.875	4389.5	2557.6	1.72	OK!
4981.4	0.189	0.876	4363.5	2781.7	1.57	OK!
4979.4	0.189	0.876	4361.9	2899.1	1.50	OK!
4947.0	0.188	0.876	4336.0	3068.6	1.41	OK!
4944.3	0.188	0.877	4333.8	3161.7	1.37	OK!
4914.6	0.187	0.877	4310.0	3279.2	1.31	OK!
4912.6	0.186	0.877	4308.4	3350.7	1.29	OK!
4882.9	0.185	0.877	4284.5	3437.8	1.25	OK!
4880.8	0.185	0.877	4282.9	3476.9	1.23	OK!
4851.8	0.184	0.878	4259.6	3529.6	1.21	OK!
4849.8	0.184	0.878	4257.9	3544.4	1.20	OK!
4822.1	0.183	0.878	4235.7	3553.9	1.19	OK!



CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ARMADO / PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU CORTANTE (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN VIGA

f_{ck} 50 MPa
 γ_c 1.5
 f_{cd} 33.3 MPa

ACERO CERCOS

f_{yk} 500 MPa
 γ_s 1.15
 f_{sd} 400.0 MPa

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE CÁLCULO

X (m)	b0 (m)	d (m)	z (m)	A_{s1} (cm ²)	A_{secc} (m ²)	α °	θ °	CHECK
-0.400	0.120	1.050	1.046	6.3	0.7173	90.0	45.0	OK!
0.000	0.120	0.927	0.890	14.9	0.7173	90.0	45.0	OK!
0.413	0.120	0.915	0.859	23.8	0.7173	90.0	45.0	OK!
0.825	0.120	0.913	0.854	25.9	0.7173	90.0	45.0	OK!
1.238	0.120	0.943	0.888	26.7	0.7173	90.0	45.0	OK!
1.650	0.120	0.942	0.882	29.3	0.7173	90.0	45.0	OK!
2.063	0.120	0.942	0.877	31.5	0.7173	90.0	45.0	OK!
2.475	0.120	0.942	0.877	31.5	0.7173	90.0	45.0	OK!
2.888	0.120	0.952	0.884	33.3	0.7173	90.0	45.0	OK!
3.300	0.120	0.952	0.878	35.8	0.7173	90.0	45.0	OK!
3.713	0.120	0.952	0.875	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
4.125	0.120	0.952	0.876	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
4.538	0.120	0.952	0.876	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
4.950	0.120	0.952	0.876	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
5.363	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
5.775	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
6.188	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
6.600	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
7.013	0.120	0.952	0.877	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
7.425	0.120	0.952	0.878	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
7.838	0.120	0.952	0.878	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!
8.250	0.120	0.952	0.878	37.1	0.7173	90.0	45.0	OK!

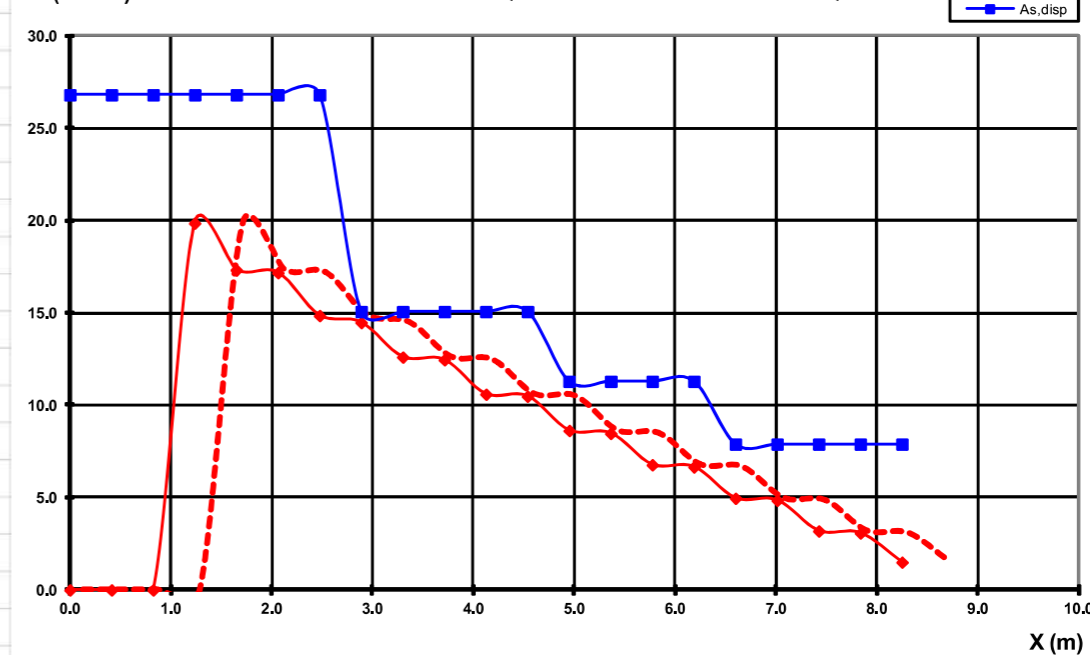
ESFUERZOS DE CÁLCULO

V_{rd} (kN)	N_d (kN)	SIGNO
0.0	0.0	COMP.
925.4	794.3	COMP.
921.4	1614.3	COMP.
824.9	1806.2	COMP.
820.8	1884.3	COMP.
731.7	2118.6	COMP.
727.7	2322.2	COMP.
646.7	2322.2	COMP.
642.6	2485.5	COMP.
579.2	2719.8	COMP.
575.1	2838.3	COMP.
510.3	2838.3	COMP.
506.3	2838.3	COMP.
441.5	2838.3	COMP.
436.1	2838.3	COMP.
376.7	2838.3	COMP.
372.6	2838.3	COMP.
313.2	2838.3	COMP.
309.2	2838.3	COMP.
251.1	2838.3	COMP.
247.1	2838.3	COMP.
191.7	2838.3	COMP.

ARMADURA DISPUESTA Y ARMADURA MÍNIMA

X (m)	Xdec (m)	$A_{a,noc}$ (cm ² /m)	$A_{a,disp}$ (cm ² /m)	$A_{a,min}$ (cm ² /m)	$f_{ct,m}$ (MPa)	V_{rd} / V_{u1}	$s_{t,max}$ (m)	
-0.400	0.125	0.0	26.8	f16 0.15	0.0	4.1	0.00	0.300
0.000	0.464	0.0	26.8		0.0	4.1	0.80	0.278
0.413	0.870	0.0	26.8		0.0	4.1	0.79	0.274
0.825	1.282	0.0	26.8		0.0	4.1	0.70	0.274
1.238	1.709	19.9	26.8		1.6	4.1	0.67	0.283
1.650	2.121	17.3	26.8		1.6	4.1	0.59	0.300
2.063	2.533	17.2	26.8		1.6	4.1	0.59	0.300
2.475	2.946	14.9	26.8		1.6	4.1	0.52	0.300
2.888	3.364	14.5	15.1	f12 0.15	1.6	4.1	0.51	0.300
3.300	3.776	12.6	15.1		1.6	4.1	0.46	0.300
3.713	4.188	12.5	15.1		1.6	4.1	0.45	0.300
4.125	4.601	10.6	15.1		1.6	4.1	0.40	0.300
4.538	5.013	10.5	15.1		1.6	4.1	0.40	0.300
4.950	5.426	8.6	11.3	f12 0.20	1.6	4.1	0.35	0.300
5.363	5.838	8.5	11.3		1.6	4.1	0.34	0.300
5.775	6.251	6.8	11.3		1.6	4.1	0.29	0.300
6.188	6.663	6.7	11.3		1.6	4.1	0.29	0.300
6.600	7.076	5.0	7.9	f10 0.20	1.6	4.1	0.25	0.300
7.013	7.488	4.9	7.9		1.6	4.1	0.24	0.300
7.425	7.901	3.2	7.9		1.6	4.1	0.20	0.300
7.838	8.313	3.1	7.9		1.6	4.1	0.19	0.300
8.250	8.726	1.5	7.9		1.6	4.1	0.15	0.300

As (cm²/m) CAPAC. RESIST. A CORTANTE (SECC. CONJUNTA VIGA + LOSA)





PROYECTO:

FECHA:

HOJA:

DE

CÁLCULO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ARMADO / PRETENSADO: COMPROBACIÓN ELU RASANTE VIGA - LOSA (EHE-08)

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGÓN LOSA

f_{ck} 25 MPa
 γ_c 1.5
 f_{ctd} 16.7 MPa
 f_{ctst} 1.20 MPa

ACERO CERCOS

f_{yk} 500 MPa
 γ_s 1.15
 f_{ed} 400.0 MPa

TIPO RUGOSIDAD ALTA
 $\tau_{r,lim}$ (kPa) = 2394.0

ELU RASANTE: ESFUERZOS DE CÁLCULO

X (m)	b _{junta} (m)	Lr (m)	ΔC (kN)	σ _{plast} (kPa)	Vd (kN)	Z (m)	τ _{m,d} (kPa)
-0.400	1.080	8.250	4822.1	541.2	0.0	1.046	0.0
0.000	1.080	8.250	4822.1	541.2	925.4	0.890	962.3
0.413	1.080	8.250	4822.1	541.2	921.4	0.859	993.4
0.825	1.080	8.250	4822.1	541.2	824.9	0.854	893.9
1.238	1.080	8.250	4822.1	541.2	820.8	0.888	855.9
1.650	1.080	8.250	4822.1	541.2	731.7	0.882	768.1
2.063	1.080	8.250	4822.1	541.2	727.7	0.877	768.7
2.475	1.080	8.250	4822.1	541.2	646.7	0.877	682.6
2.888	1.080	8.250	4822.1	541.2	642.6	0.884	673.0
3.300	1.080	8.250	4822.1	541.2	579.2	0.878	610.4
3.713	1.080	8.250	4822.1	541.2	575.1	0.875	608.2
4.125	1.080	8.250	4822.1	541.2	510.3	0.876	539.4
4.538	1.080	8.250	4822.1	541.2	506.3	0.876	535.1
4.950	1.080	8.250	4822.1	541.2	441.5	0.876	466.3
5.363	1.080	8.250	4822.1	541.2	436.1	0.877	460.6
5.775	1.080	8.250	4822.1	541.2	376.7	0.877	397.7
6.188	1.080	8.250	4822.1	541.2	372.6	0.877	393.4
6.600	1.080	8.250	4822.1	541.2	313.2	0.877	330.5
7.013	1.080	8.250	4822.1	541.2	309.2	0.877	326.2
7.425	1.080	8.250	4822.1	541.2	251.1	0.878	264.8
7.838	1.080	8.250	4822.1	541.2	247.1	0.878	260.5
8.250	1.080	8.250	4822.1	541.2	191.7	0.878	202.1

ELU RASANTE: COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA DE LA JUNTA

β	μ	α	A _{o,disp} (cm ² /m)	CASO TIPO	τ _{r,u} (kPa)	CHECK
0.80	0.60	90.0	26.8	CASO 1	1553.1	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	26.8	CASO 1	1553.1	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	26.8	CASO 1	1553.1	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	26.8	CASO 1	1553.1	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	26.8	CASO 1	1553.1	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	26.8	CASO 1	1553.1	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	26.8	CASO 1	1553.1	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	26.8	CASO 1	1553.1	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	15.1	CASO 1	1292.4	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	15.1	CASO 1	1292.4	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	15.1	CASO 1	1292.4	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	15.1	CASO 1	1292.4	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	11.3	CASO 1	1208.7	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	11.3	CASO 1	1208.7	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	11.3	CASO 1	1208.7	4166.7 OKI
0.80	0.60	90.0	11.3	CASO 1	1208.7	4166.7 OKI
0.40	0.60	90.0	0.0	CASO 1	478.8	335.2 OKI
0.40	0.60	90.0	0.0	CASO 1	478.8	335.2 OKI
0.40	0.60	90.0	0.0	CASO 1	478.8	335.2 OKI
0.40	0.60	90.0	0.0	CASO 1	478.8	335.2 OKI
0.40	0.60	90.0	0.0	CASO 1	478.8	335.2 OKI



PROYECTO:

FECHA:

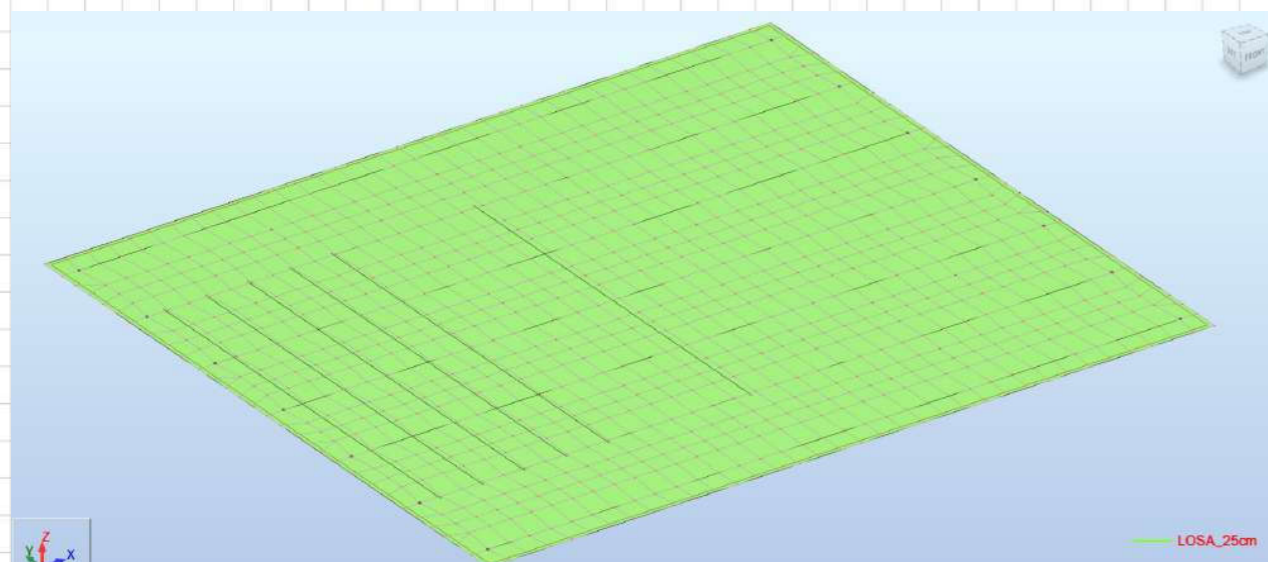
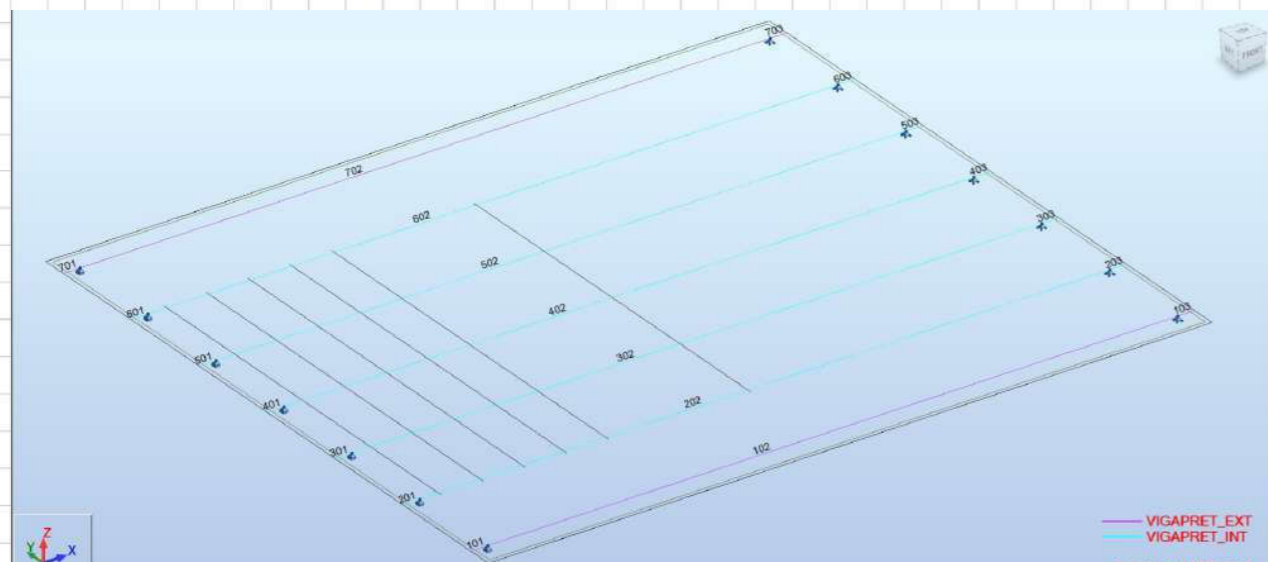
HOJA:

DE

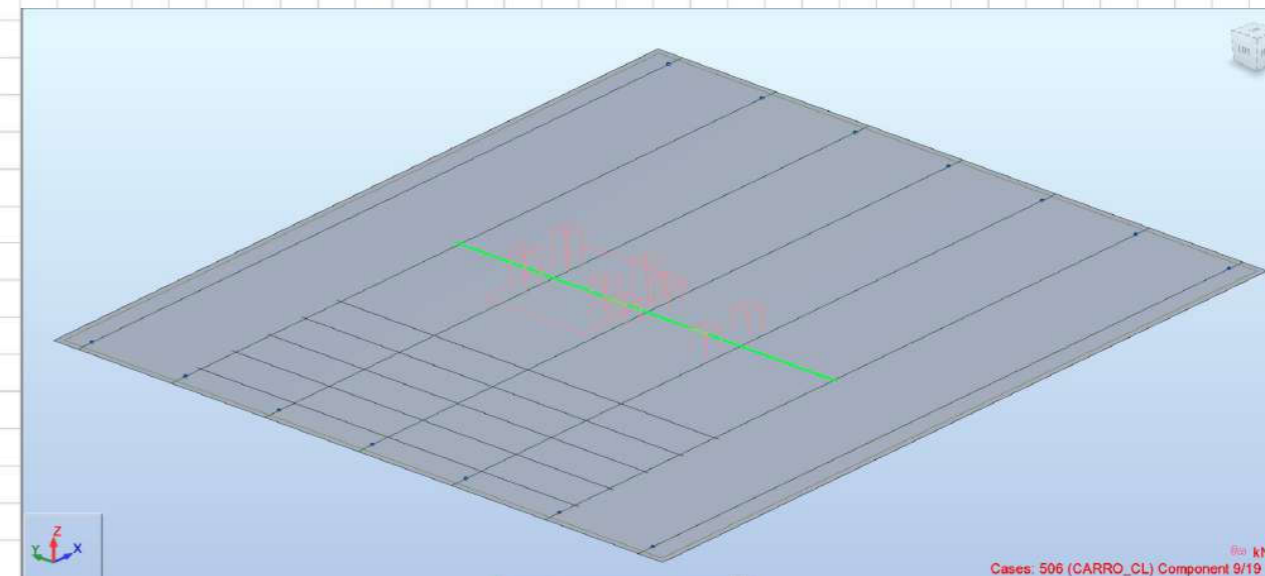


4) COMPROBACIÓN DE LA LOSA DEL TABLERO

Para el dimensionamiento de la Losa de Tablero se lleva a cabo un modelo híbrido de Barras y Láminas que permite estudiar con más detalle el comportamiento resistente de la misma. Las vigas longitudinales del tablero se reproducen por un elemento viga longitudinal mientras que la losa superior se materializa mediante elementos finitos tipo placa.



Sobre este modelo de cálculo se introducen todas las cargas de tipo Gravitatorio (PESO PROPIO, PERMANENTES y SOBRECARGAS) consideradas en el apartado de "Cálculo de Acciones". Comentar que las cargas del vehículo pesado se introducen en varias posiciones longitudinales a lo largo del tablero, barriendo todo el ancho transversal del mismo.

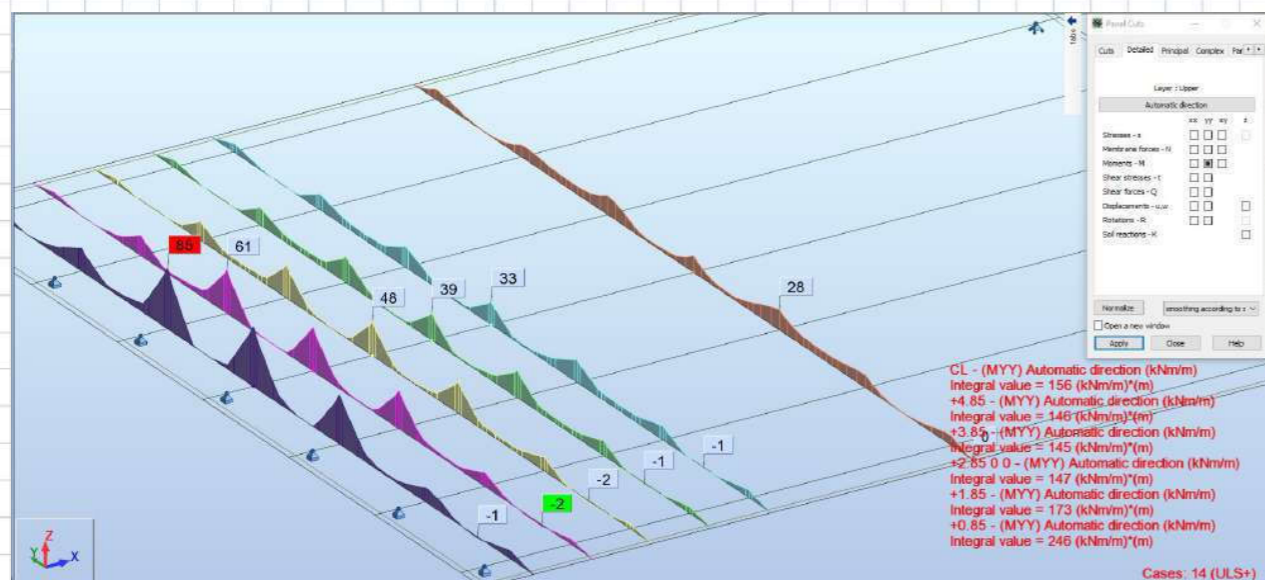


NOTA: Tras analizar distintas configuraciones del carro sobre el modelo se considera en cálculo la más desfavorable correspondiente a dos Vehículos Tanden (600kN + 400kN) actuando de manera simultánea sobre la Plataformas del tablero.

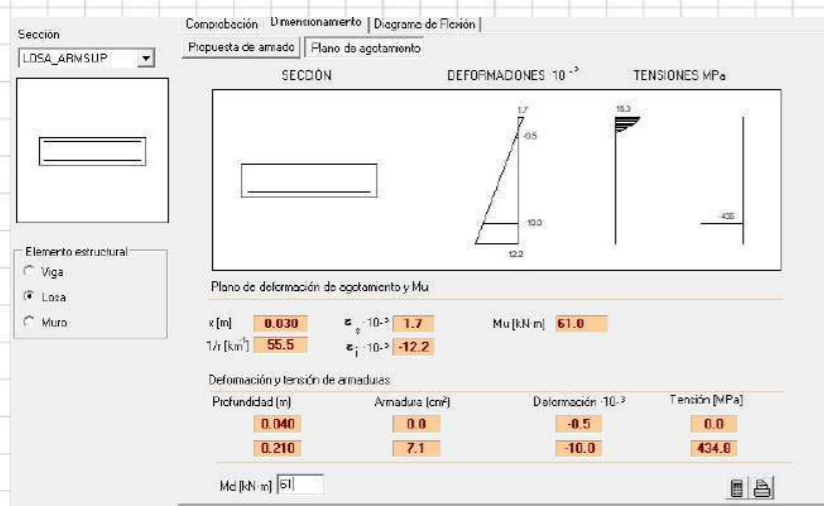
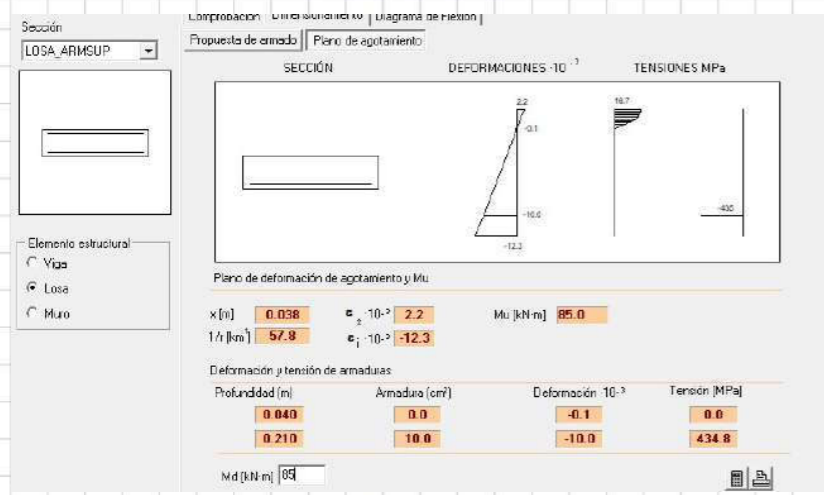
A partir de este Modelo de Cálculo se obtienen los esfuerzos de diseño en la losa (Md y Vd) y se lleva a cabo la comprobación de la fisuración en ELS.



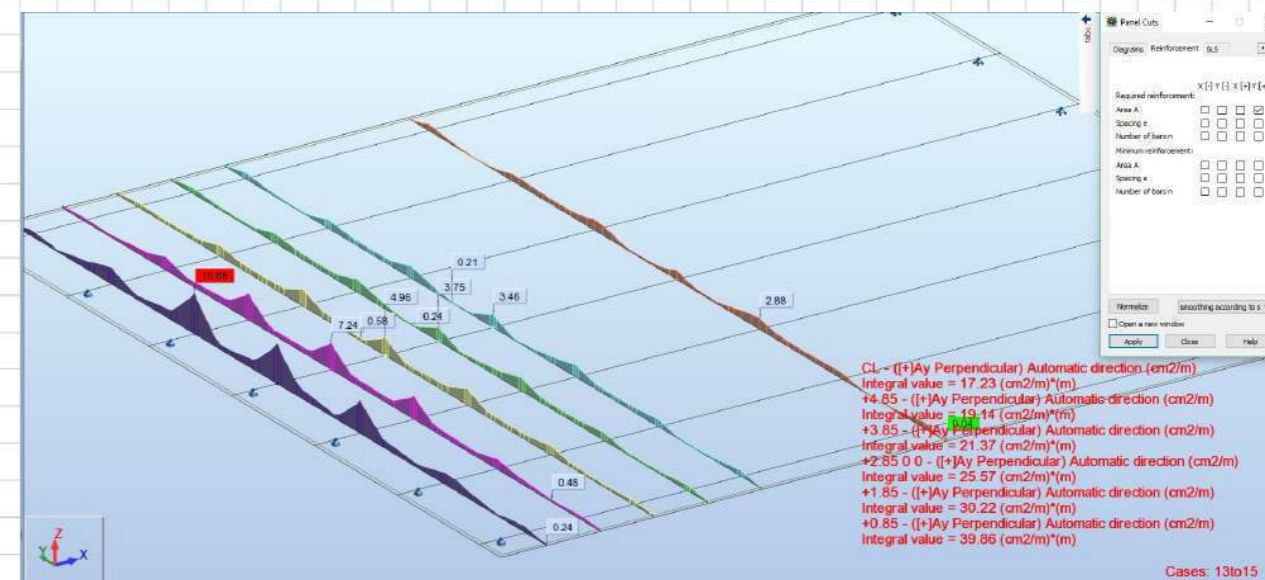
> SITUACIONES ELU PERSISTENTES: Esfuerzos de DIMENSIONAMIENTO (ARM. TRANSV. SUP.)



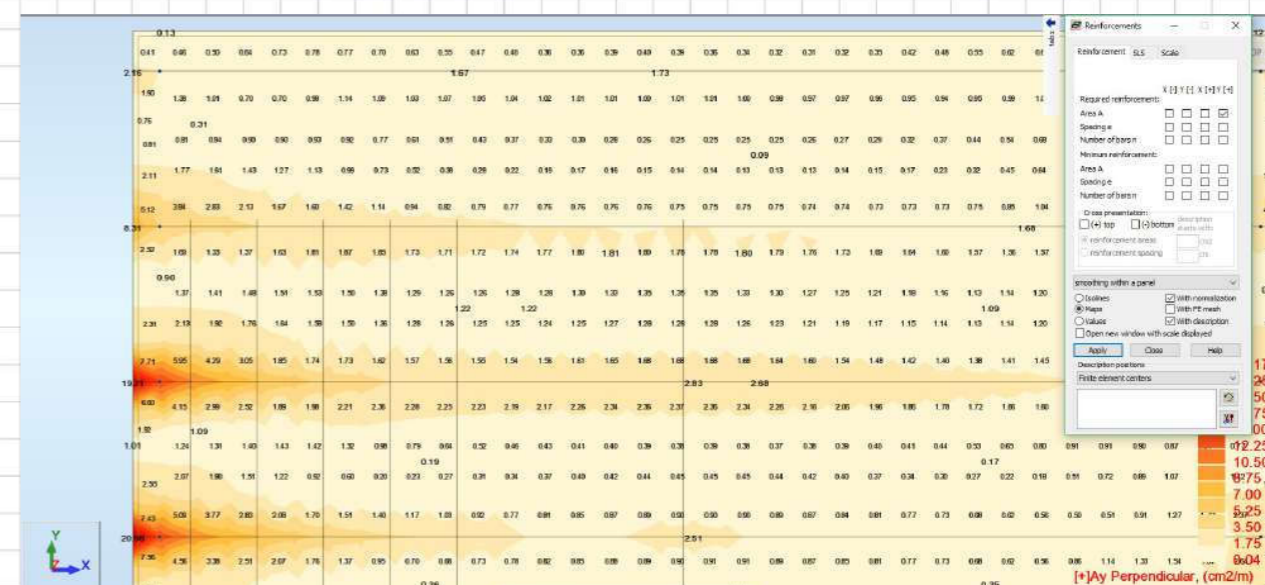
CL - (MY) Automatic direction (kNm/m)
 Integral value = 156 (kNm/m)*m
 +4.85 - (MY) Automatic direction (kNm/m)
 Integral value = 146 (kNm/m)*m
 +3.85 - (MY) Automatic direction (kNm/m)
 Integral value = 145 (kNm/m)*m
 +2.85 0 0 - (MY) Automatic direction (kNm/m)
 Integral value = 147 (kNm/m)*m
 +1.85 - (MY) Automatic direction (kNm/m)
 Integral value = 173 (kNm/m)*m
 +0.85 - (MY) Automatic direction (kNm/m)
 Integral value = 246 (kNm/m)*m
 Cases: 14 (ULS+)



> CHECK ARMADURA TRANSVERSAL SUPERIOR:



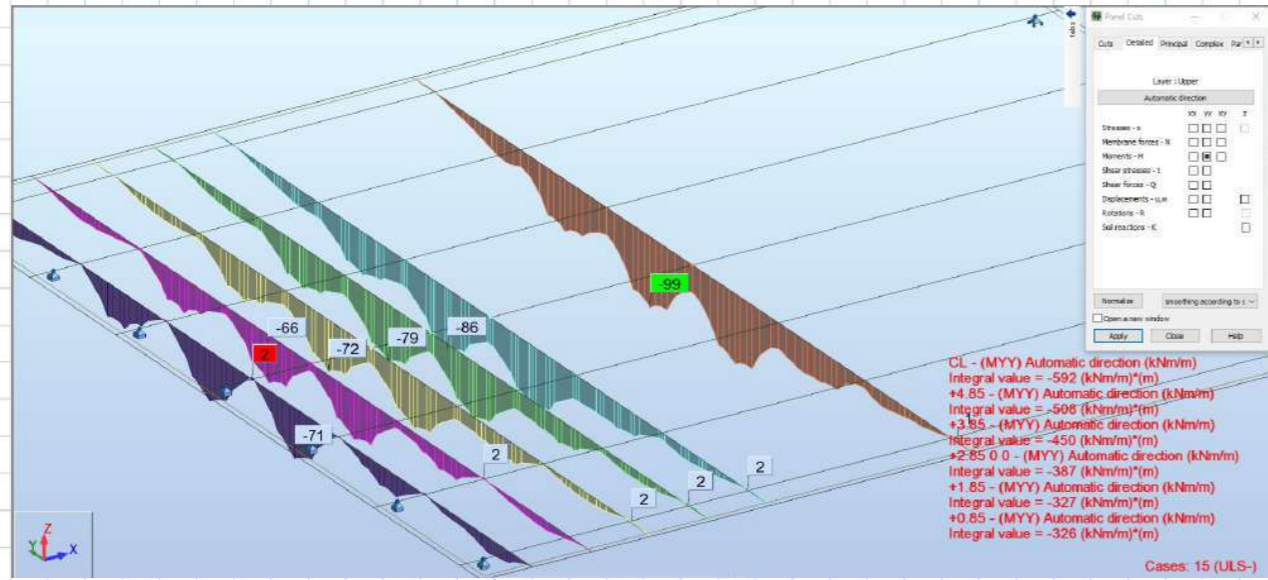
CL - (+)Ay Perpendicular Automatic direction (cm²/m)
 Integral value = 17.23 (cm²/m)*m
 +4.85 - (+)Ay Perpendicular Automatic direction (cm²/m)
 Integral value = 19.14 (cm²/m)*m
 +3.85 - (+)Ay Perpendicular Automatic direction (cm²/m)
 Integral value = 21.37 (cm²/m)*m
 +2.85 0 0 - (+)Ay Perpendicular Automatic direction (cm²/m)
 Integral value = 25.57 (cm²/m)*m
 +1.85 - (+)Ay Perpendicular Automatic direction (cm²/m)
 Integral value = 30.22 (cm²/m)*m
 +0.85 - (+)Ay Perpendicular Automatic direction (cm²/m)
 Integral value = 39.86 (cm²/m)*m
 Cases: 13to15



[+]Ay Perpendicular, (cm²/m)



> SITUACIONES ELU PERSISTENTES: Esfuerzos de DIMENSIONAMIENTO (ARM. TRANSV. INF.)



Sección: LOSA_ARMINF

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

s [m] 0.046 $\mu_s \cdot 10^{-2}$ 3.4 M_u [kN m] 99.0

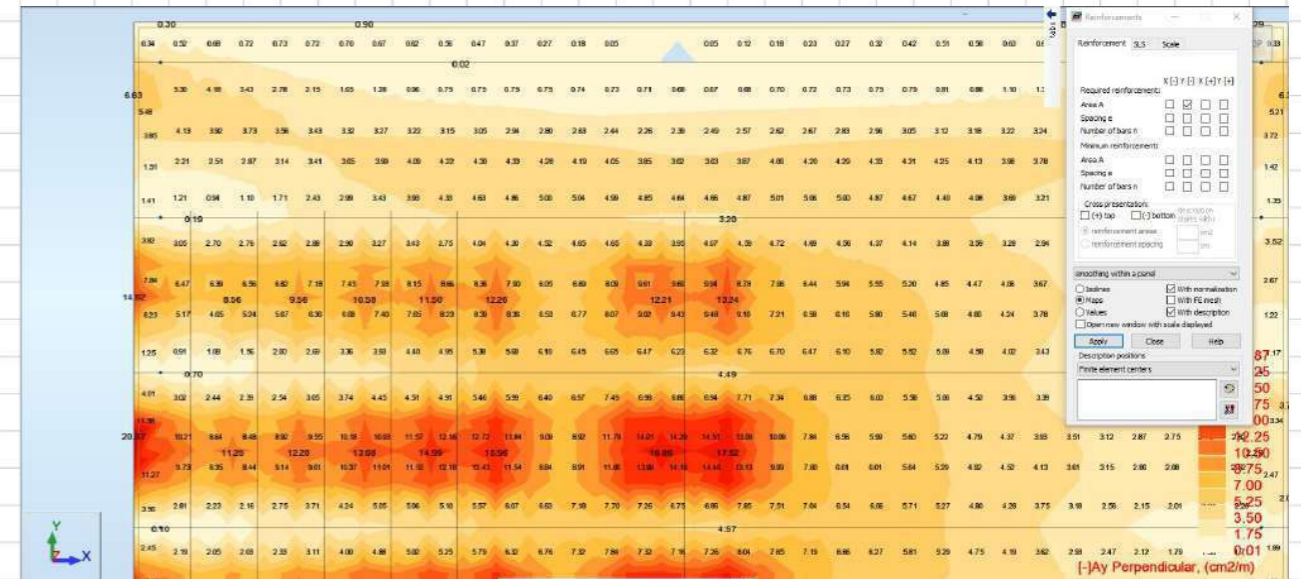
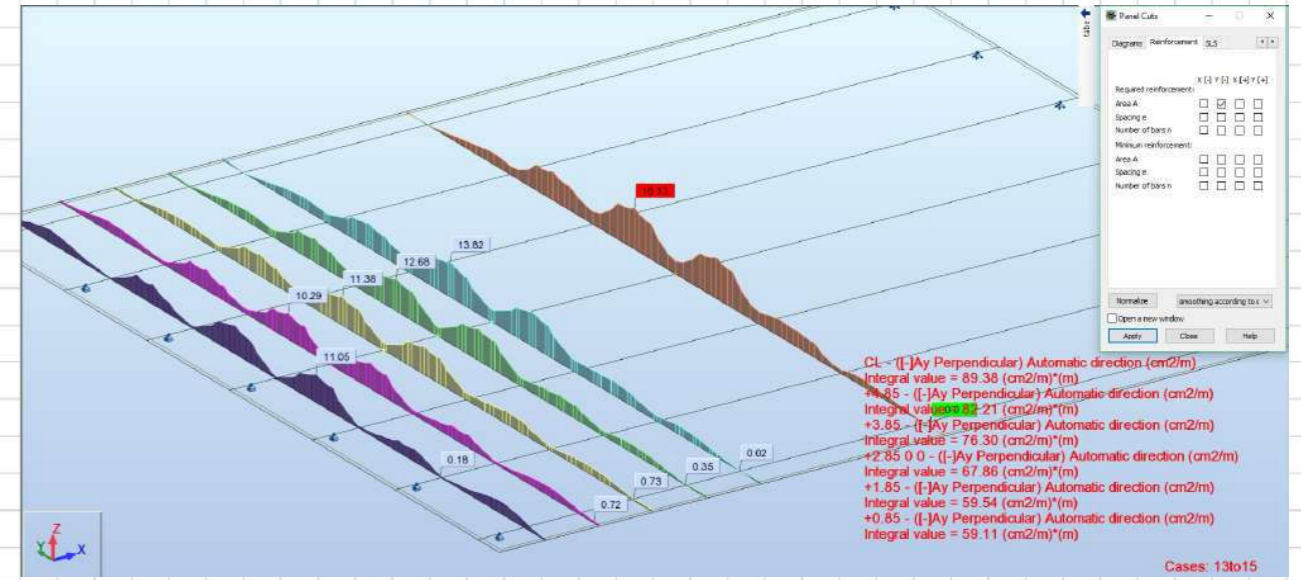
$1/\lambda$ [kn'] 74.1 $\mu_1 \cdot 10^{-2}$ -15.1

Deformación y tensión de armaduras:

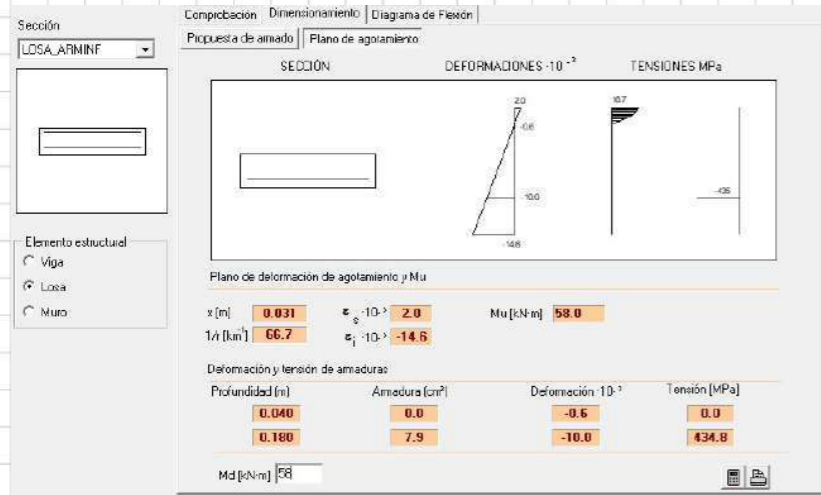
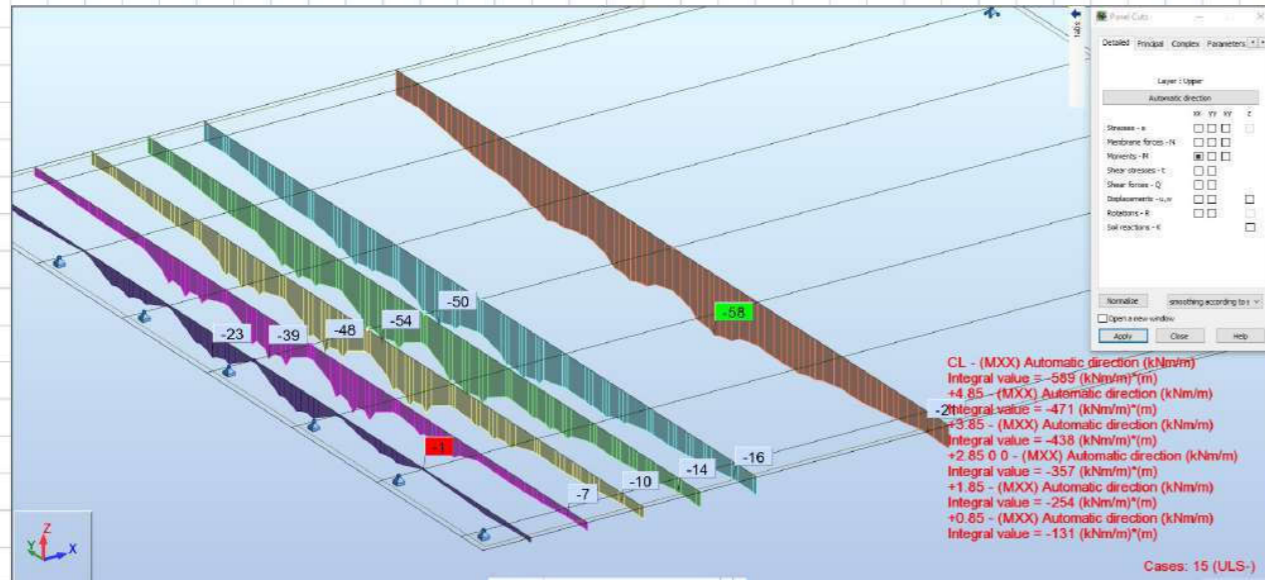
Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 10^{-2}$	Tensión [MPa]
0.040	0.0	0.4	0.0
0.180	14.1	-9.9	434.8

M_d [kN·m] 39

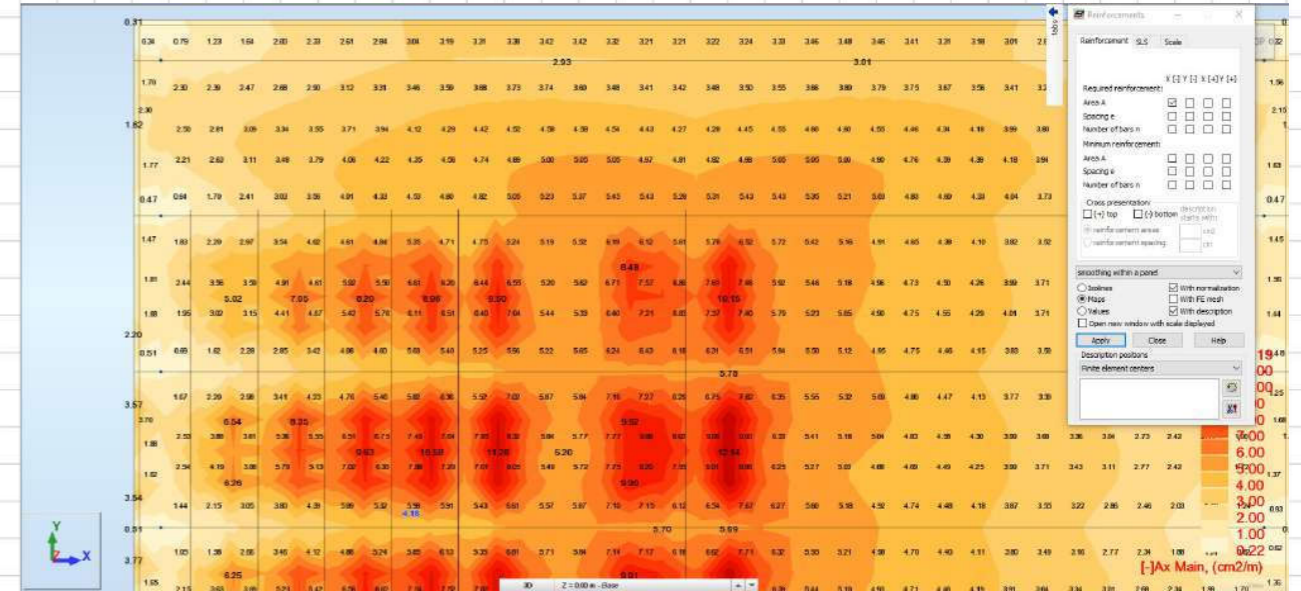
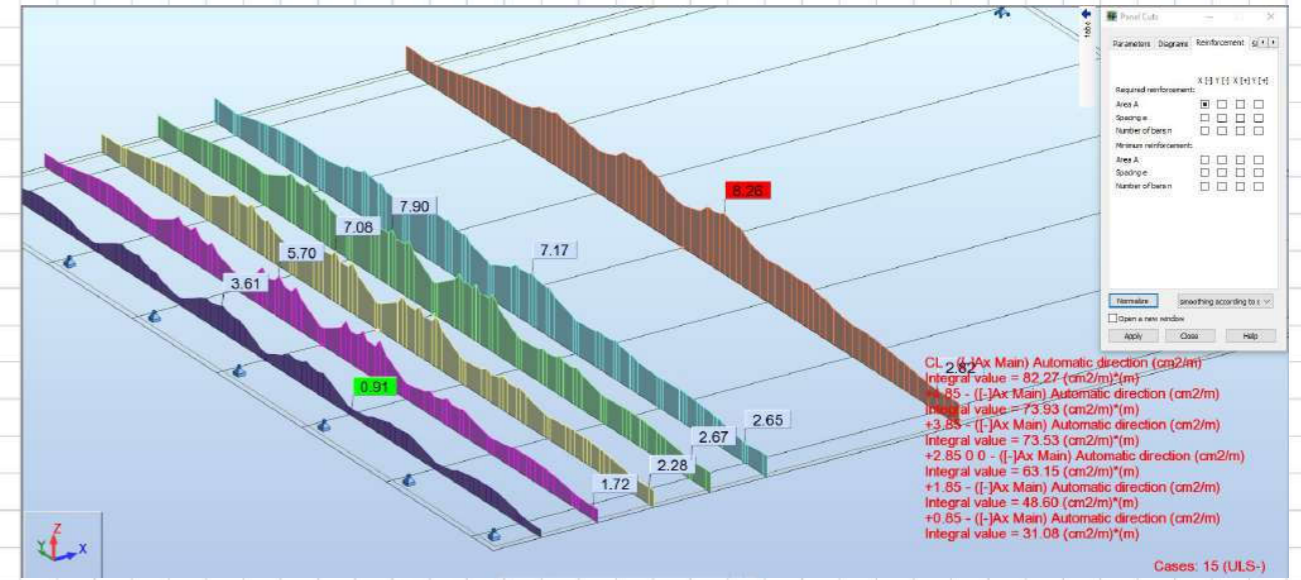
> CHECK ARMADURA TRANSVERSAL INFERIOR:



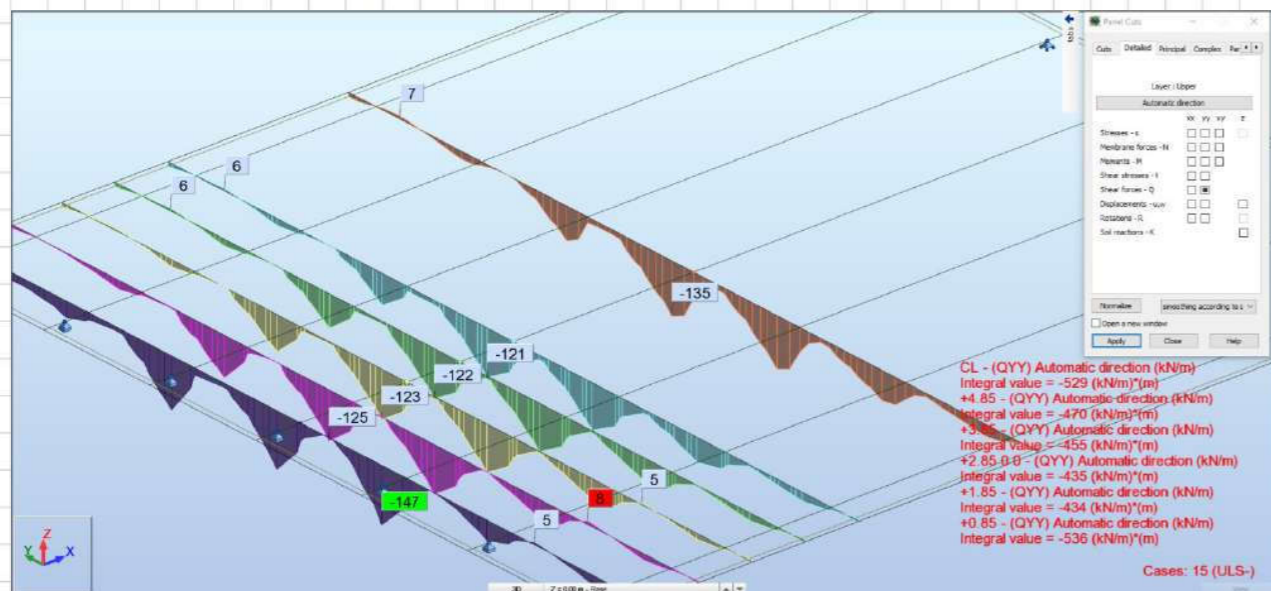
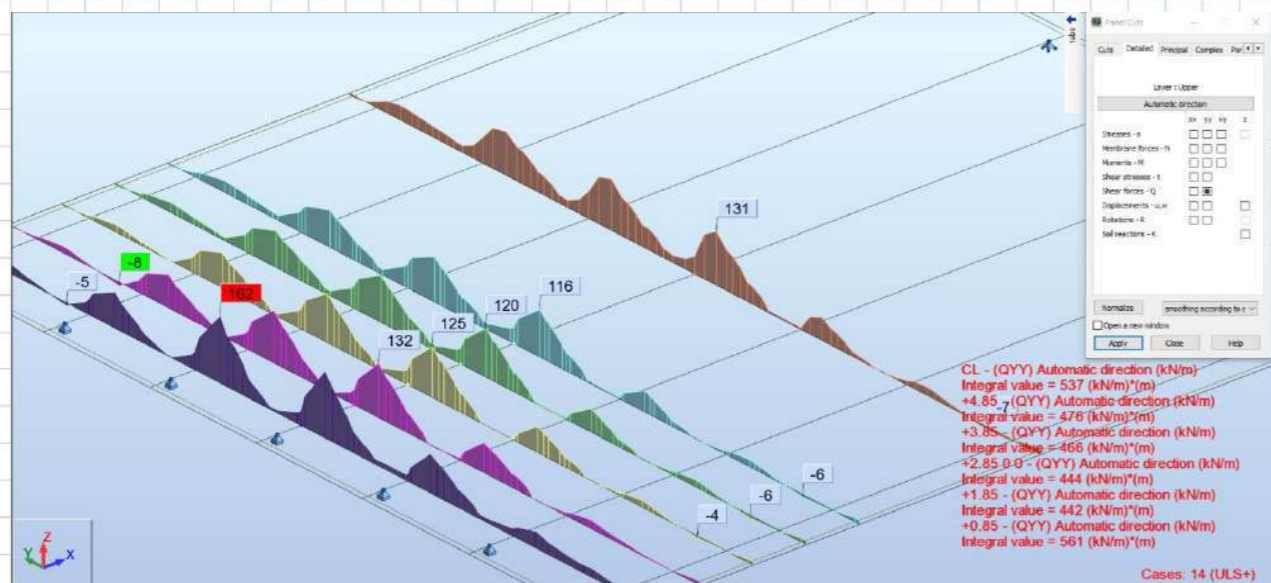
> SITUACIONES ELU PERSISTENTES: Esfuerzos de DIMENSIONAMIENTO (ARM. LONGIT. INF.)



> CHECK ARMADURA LONGITUDINAL INFERIOR:



> SITUACIONES ELU PERSISTENTES: Esfuerzos de DIMENSIONAMIENTO CORTANTE



Sección [LOSA_ARMINF]

Inclinación de las bielas
 α [°] 45

Inclinación de las armaduras
 α [°] 90.0

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Cortal normal homogén
 Cortal indirecto homogén

Armadura de compresión

σ_{xd} [MPa] 0.0
 σ_{yd} [MPa] 0.0
 σ_e [°] 45.0

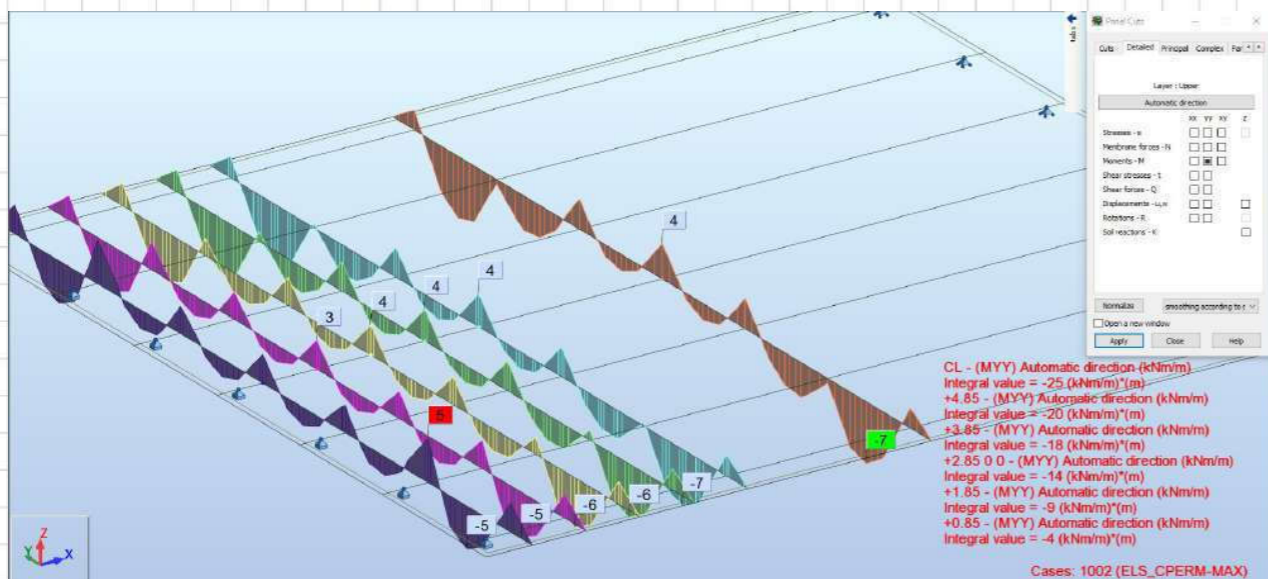
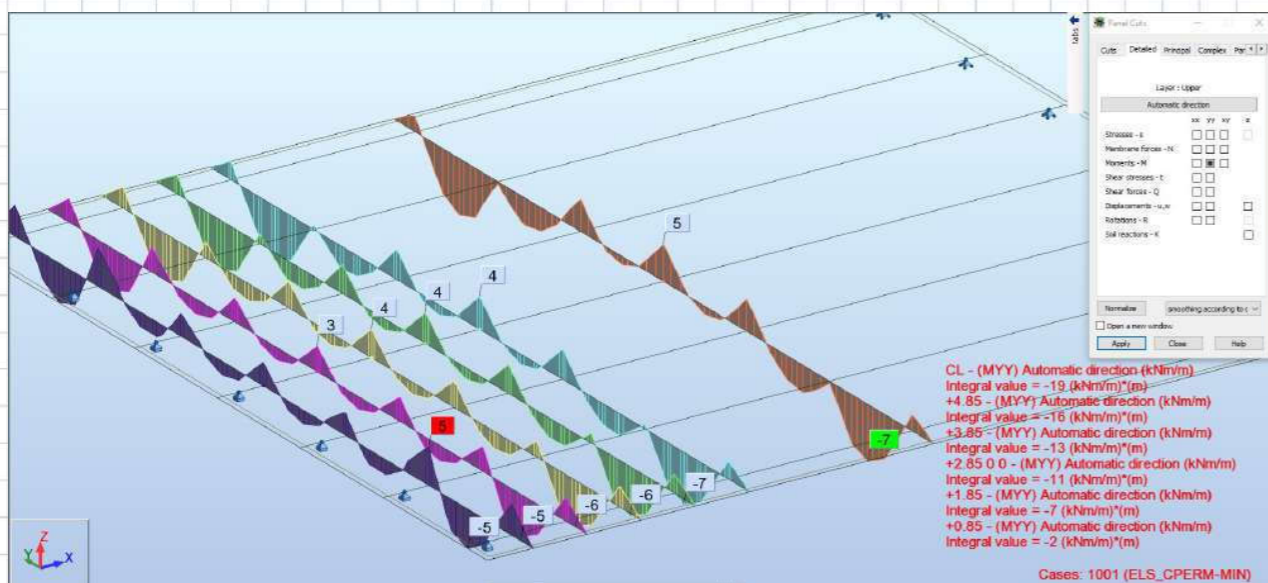
Corte de agotamiento de las bielas V_{u1} [kN] 900.0
 Corte de agotamiento de los tirantes V_{u2} [kN] 127.3
 Contribución del hormigón a la resistencia V_{cu} [kN] 127.3
 Contribución de la armadura longitudinal V_{su} [kN] 0.0

Resistencia a cortante V_u [kN] 127.3

ϕ [mm] 8
 ϕ [m] 0.20
 r [radio] 2 A_{d0} [cm²/m] 0.0



> SITUACIONES ELS CUASIPERMANENTES: Esfuerzos de FISURACIÓN



> CHECK ARMADURA INFERIOR:

LOSA_ARMINF

Definición específica del armado

nº de capas: 1
φ [mm]: 12

Recubrimiento de la armadura longitudinal
c [mm]: 55

Solicitud:
 Flexión simple
 Tracción simple

Mk [kN·m]: 38

Separación media entre fisuras s_m [mm]: 187.0
Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [‰]: 0.72
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración del hormigón σ_{sr} [MPa]: 267.8
Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa]: 274.0

Abertura característica de fisura w_k [mm]: 0.23

Clase de exposición	w max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2 ¹
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, IVa, Qb, Qc	0.1	

(1) Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación de acciones cuasipermanentes

> CHECK ARMADURA SUPERIOR:

LOSA_ARMSUP

Definición específica del armado

nº de capas: 1
φ [mm]: 12

Recubrimiento de la armadura longitudinal
c [mm]: 30.0

Solicitud:
 Flexión simple
 Tracción simple

Mk [kN·m]: 39

Separación media entre fisuras s_m [mm]: 114.0
Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [‰]: 0.44
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración del hormigón σ_{sr} [MPa]: 174.0
Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa]: 175.3

Abertura característica de fisura w_k [mm]: 0.09

Clase de exposición	w max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2 ¹
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, IVa, Qb, Qc	0.1	

(1) Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación de acciones cuasipermanentes





ANEJO Nº 3: REPARTO HORIZONTAL DE ACCIONES



(*) TABLERO PASO INFERIOR PO-400: REPARTO HORIZONTAL (*)

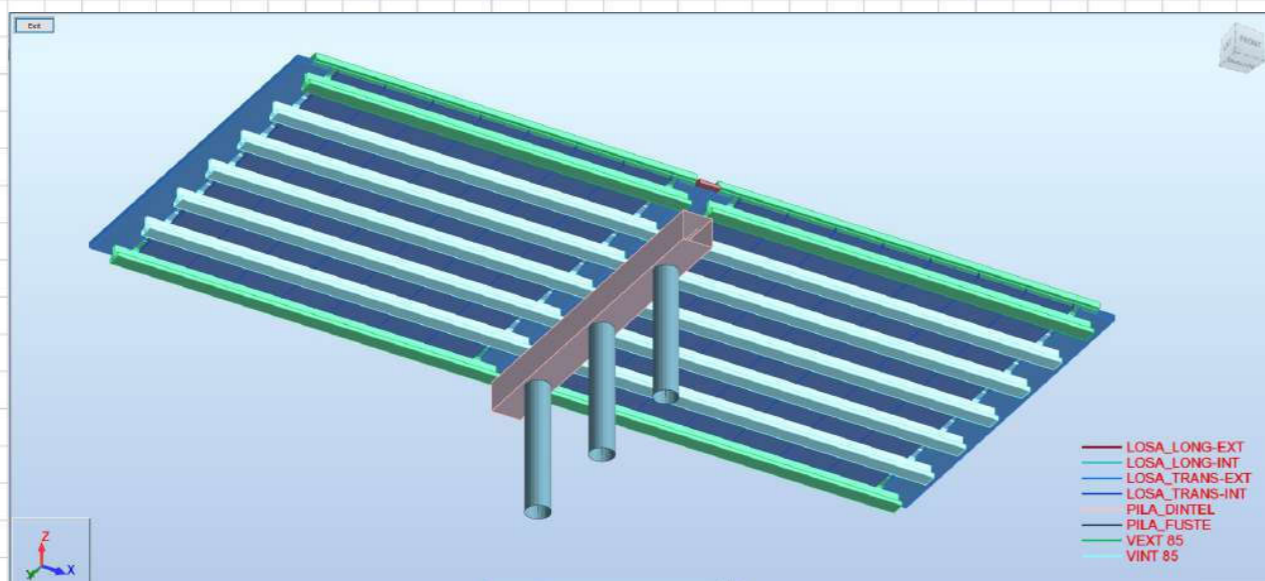
1) INTRODUCCIÓN

Para poder comprobar tanto los apoyos de la Estructura como la Subestructura del Tablero es necesario calcular el Reparto Horizontal de Acciones sobre la misma. Para ello se desarrolla un modelo 3D de elementos finitos tipo viga a flexión que represente adecuadamente el comportamiento estructural tanto del tablero como de la subestructura (Pilas y Estribos) así como la rigidez de los apoyos dispuestos.

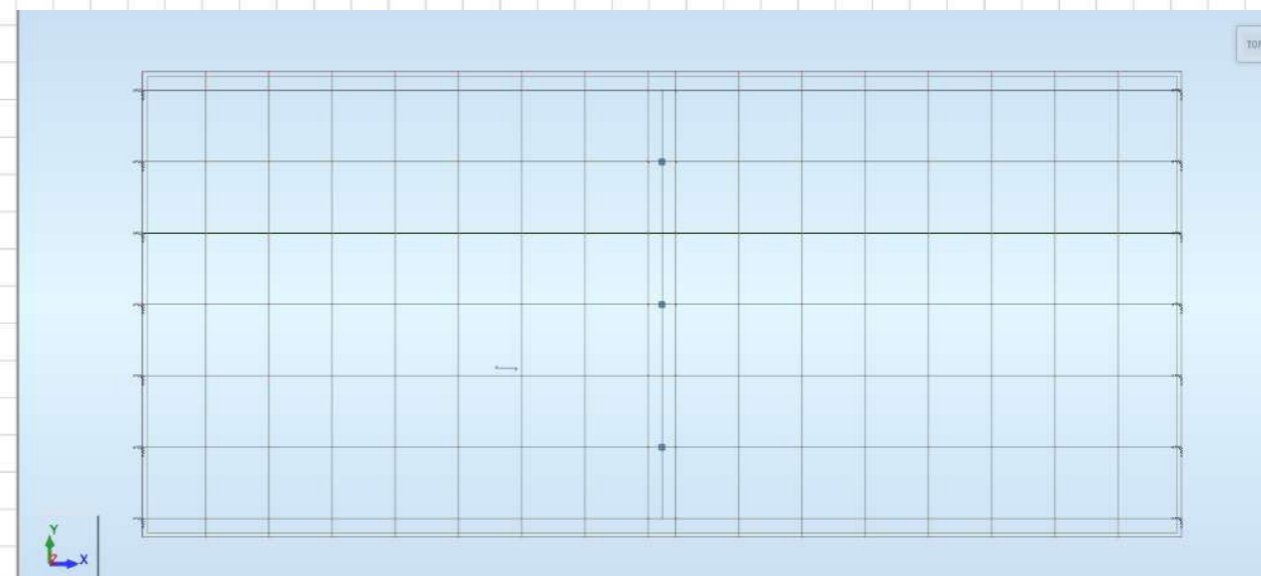
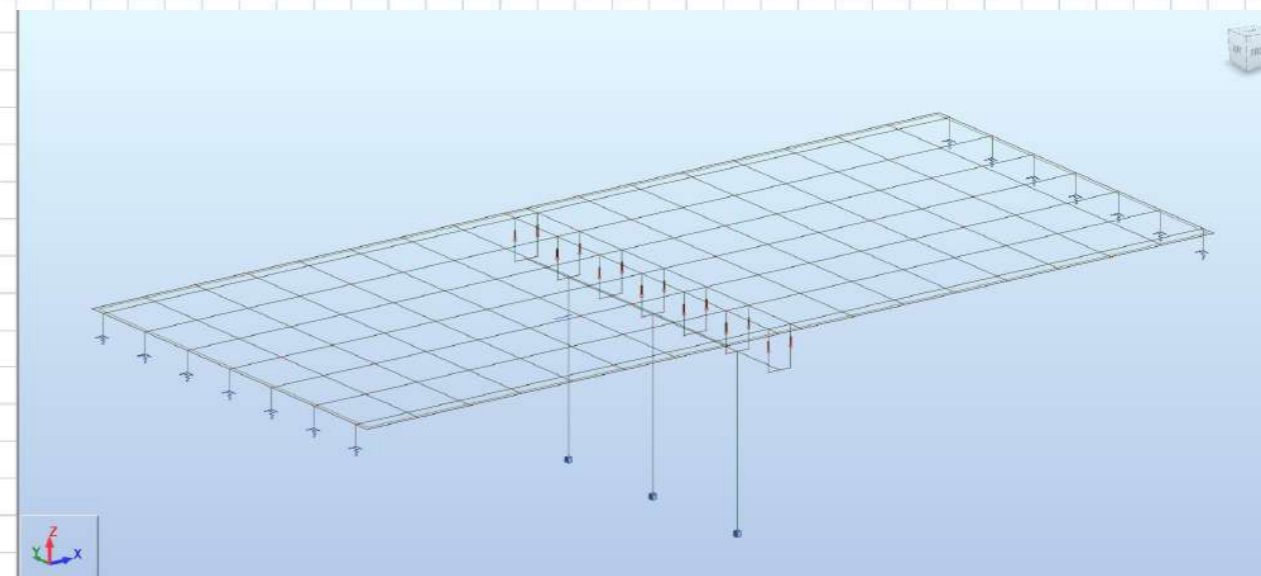
Sobre este modelo de cálculo se introducen todas las cargas de tipo Gravitatorio (PESO PROPIO, PERMANENTES y SOBRECARGAS) así como las Acciones Horizontales (REOLÓGICAS, FRENADO-FUERZA CENTRÍFUGA, TEMPERATURA Y VIENTO) consideradas en el apartado de "Cálculo de Acciones".

A partir de este Modelo de Cálculo se obtienen: Reacciones sobre la Subestructura del Tablero (Aparatos de Apoyo, Pilas y Estribos) así como Esfuerzos que se emplean para comprobar (ELU y ELS) tanto las Pilas como los Estribos de la Estructura.

A continuación mostramos una vista 3D del Modelo de Cálculo empleado:



A continuación mostramos una serie de imágenes del Modelo de Cálculo empleado:

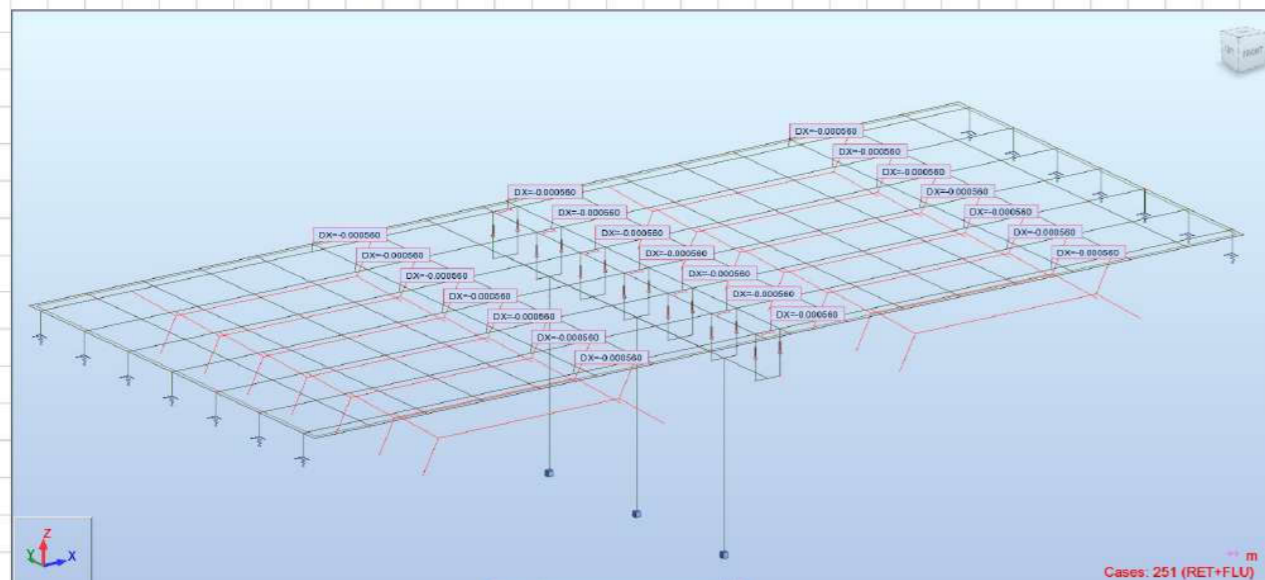


A continuación se resumen los resultados (Movimientos y Reacciones) del Reparto Horizontal de Acciones sobre la Subestructura.

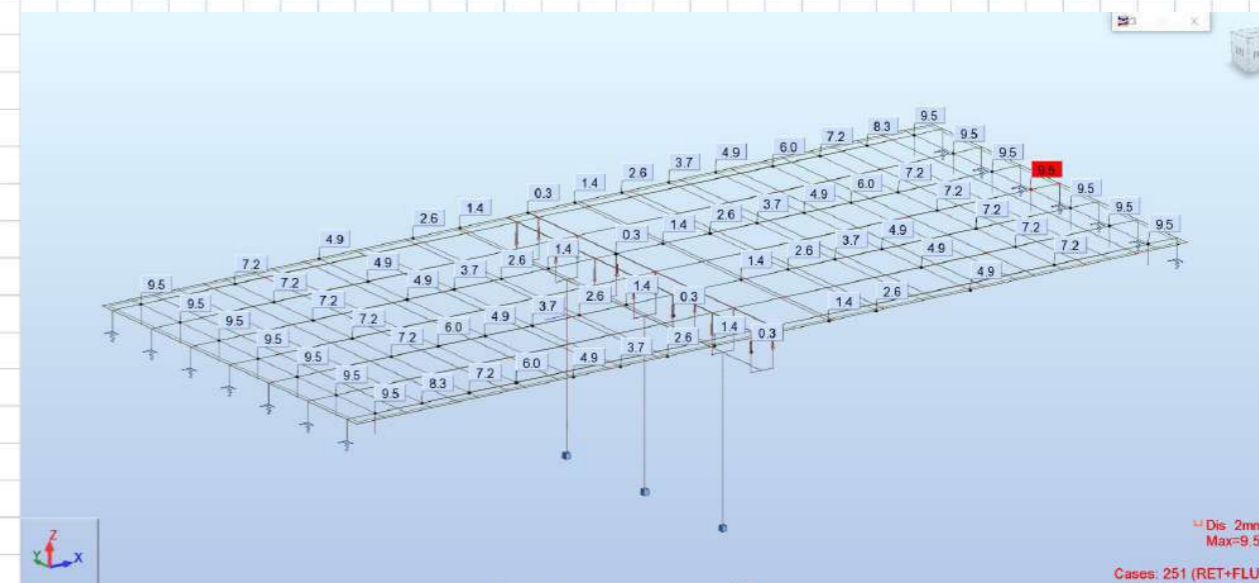


2) ACCIONES HORIZONTALES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO DE LA SUBESTRUCTURA

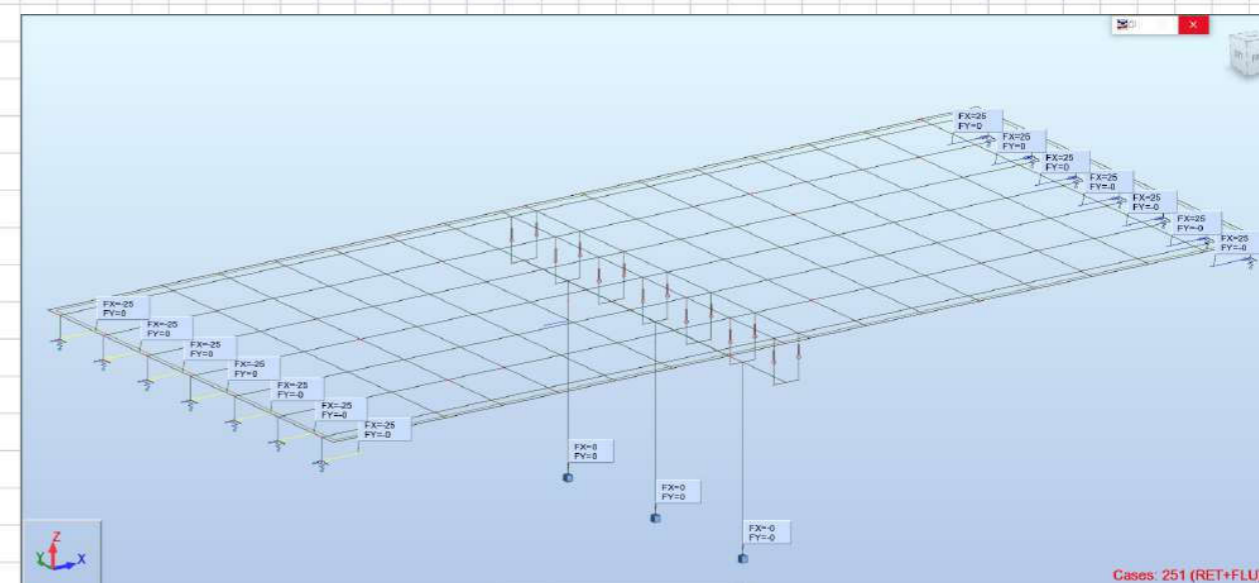
*) Acciones REOLÓGICAS (RETRACCIÓN y FLUENCIA):



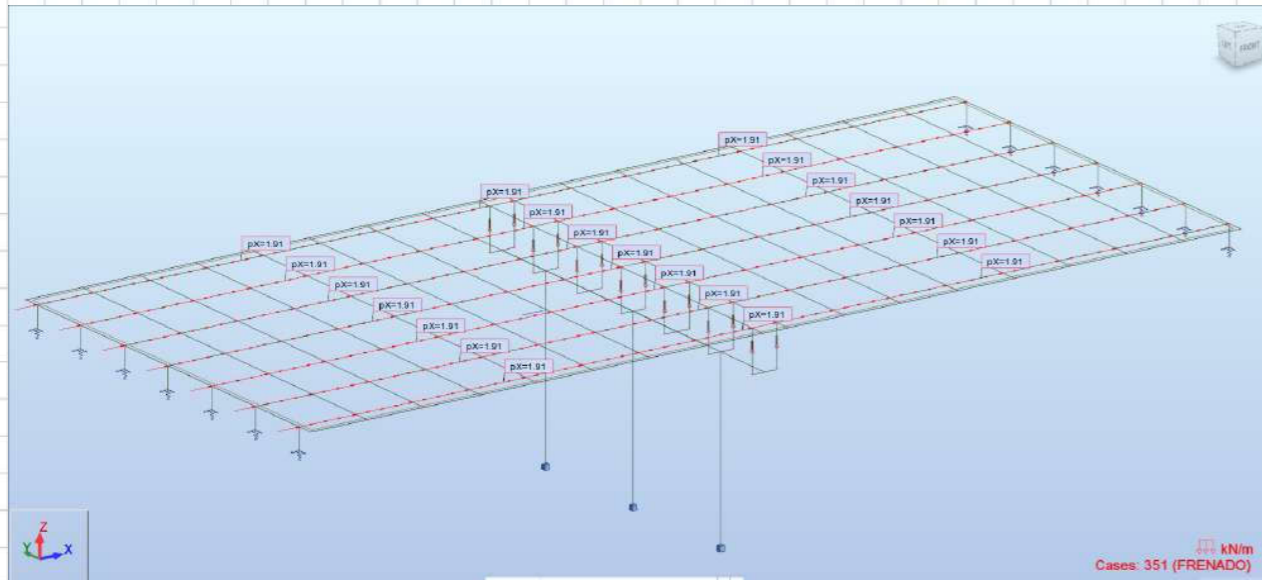
*) Desplazamientos:



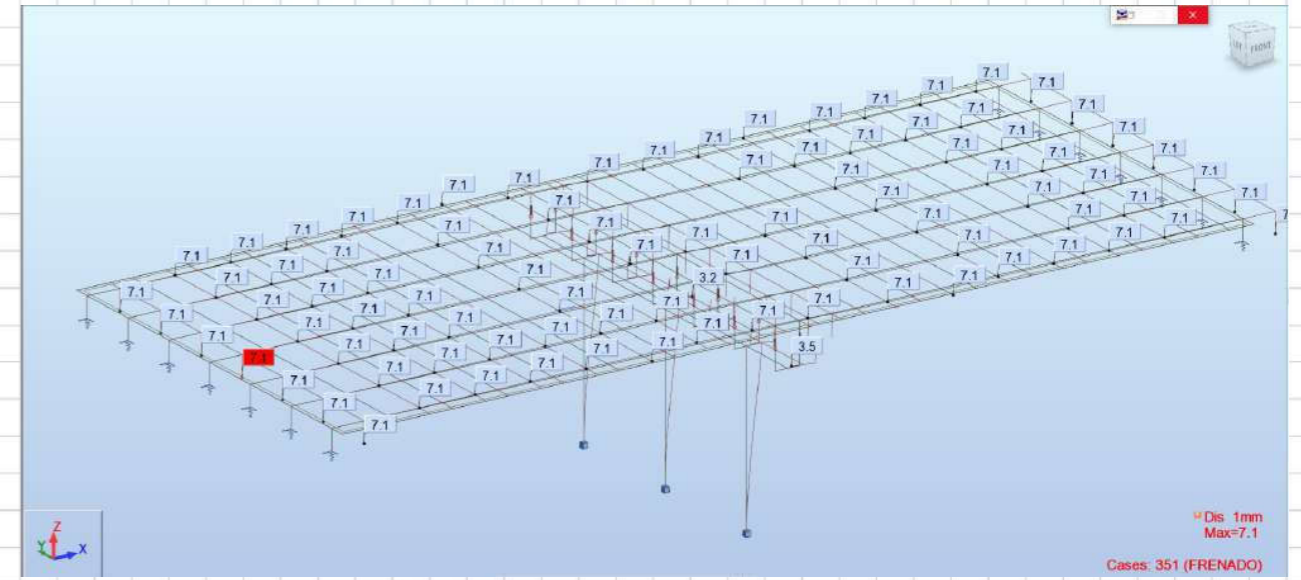
*) Reacciones en la Subestructura:



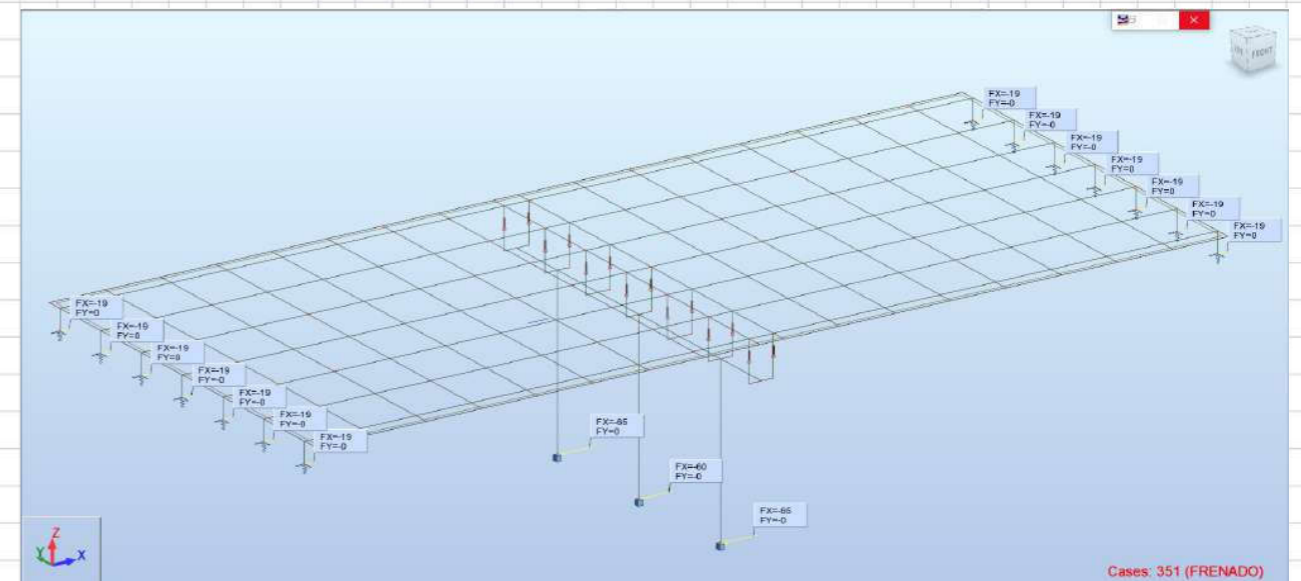
*) Cargas de FRENADO y FUERZA CENTRÍFUGA:



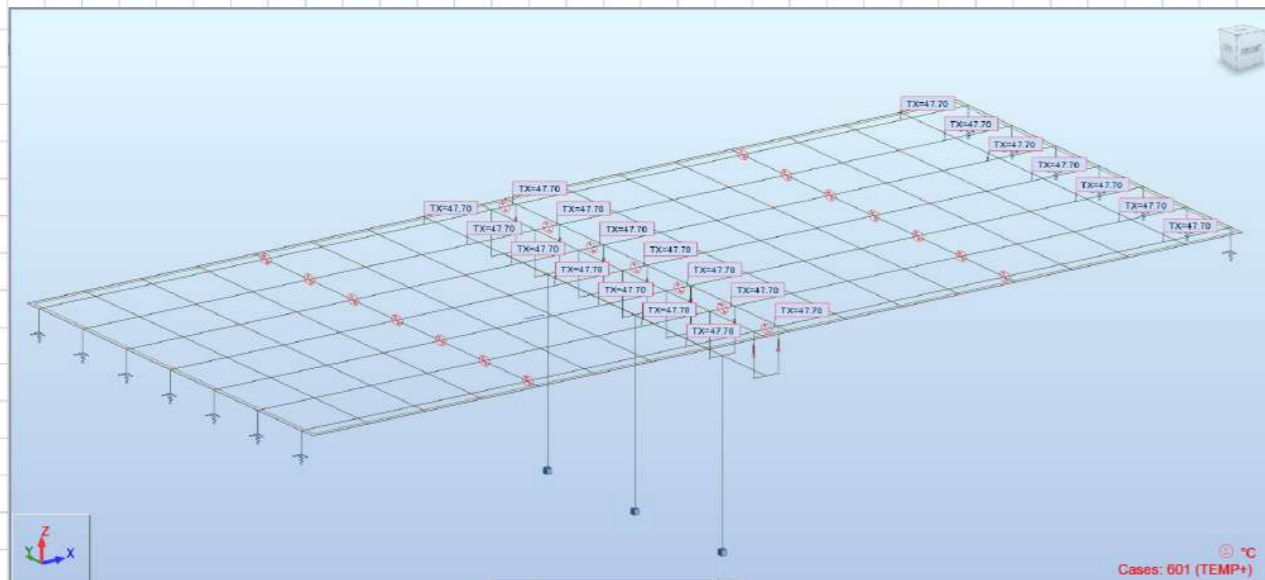
*) Desplazamientos:



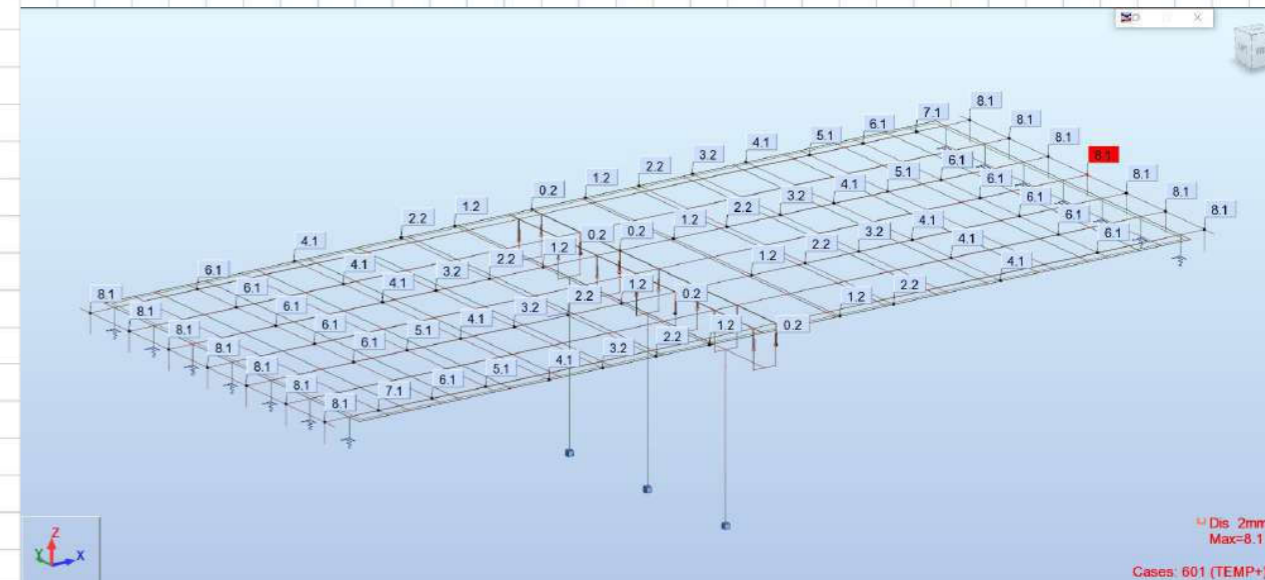
*) Reacciones en la Subestructura:



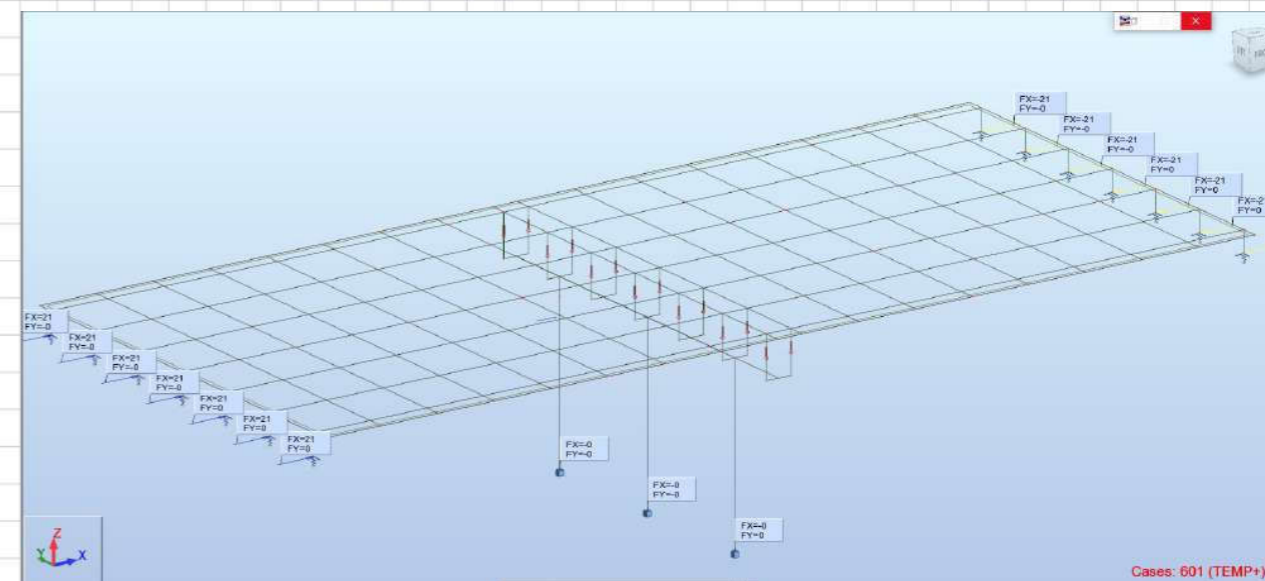
*) Acciones TÉRMICAS (DILATACIÓN+):



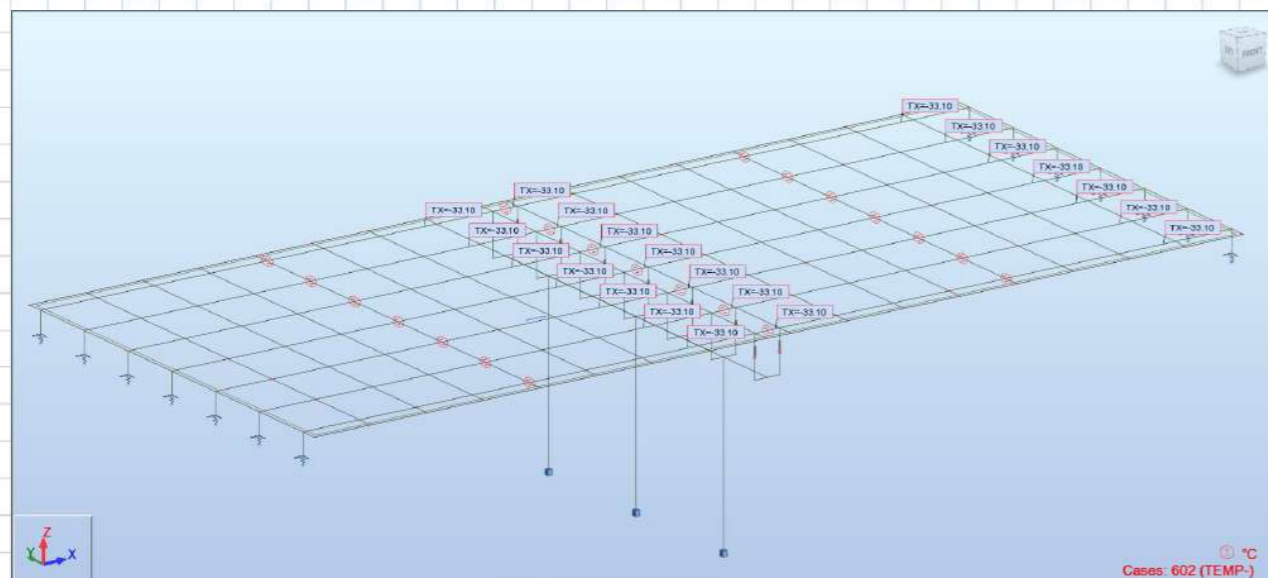
*) Desplazamientos:



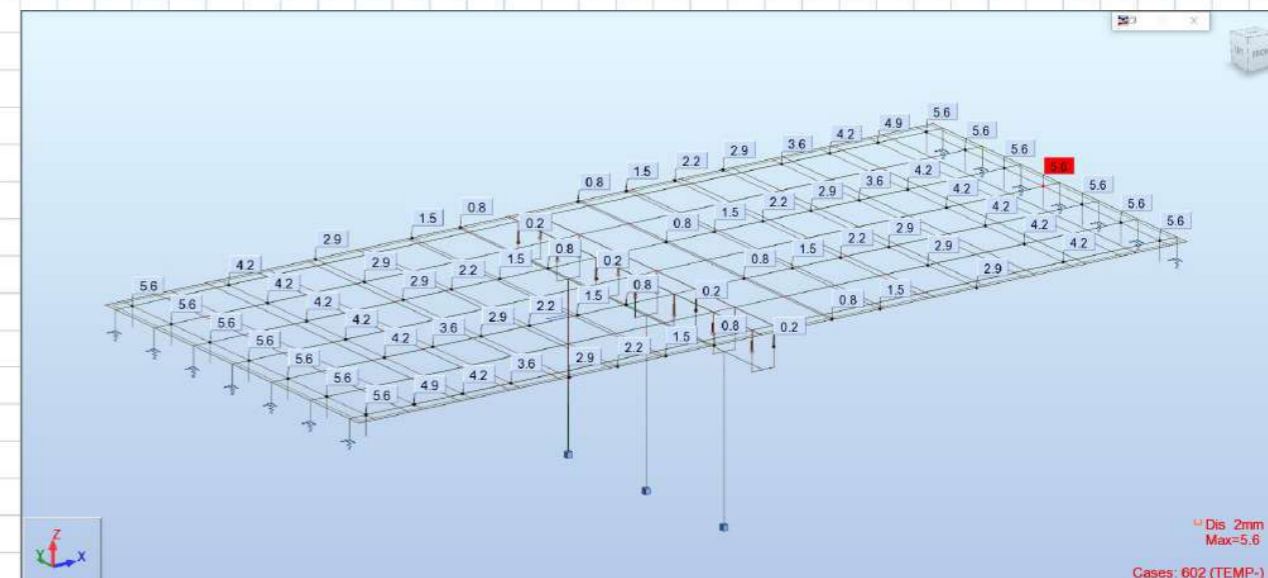
*) Reacciones en la Subestructura:



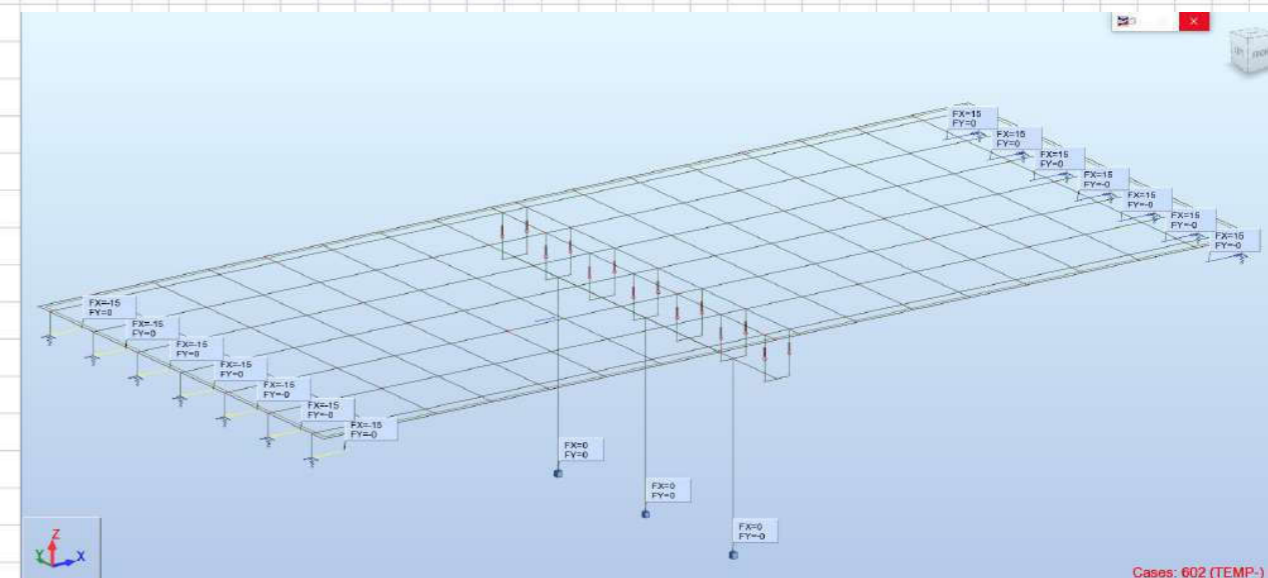
*) Acciones TÉRMICAS (CONTRACCIÓN-):



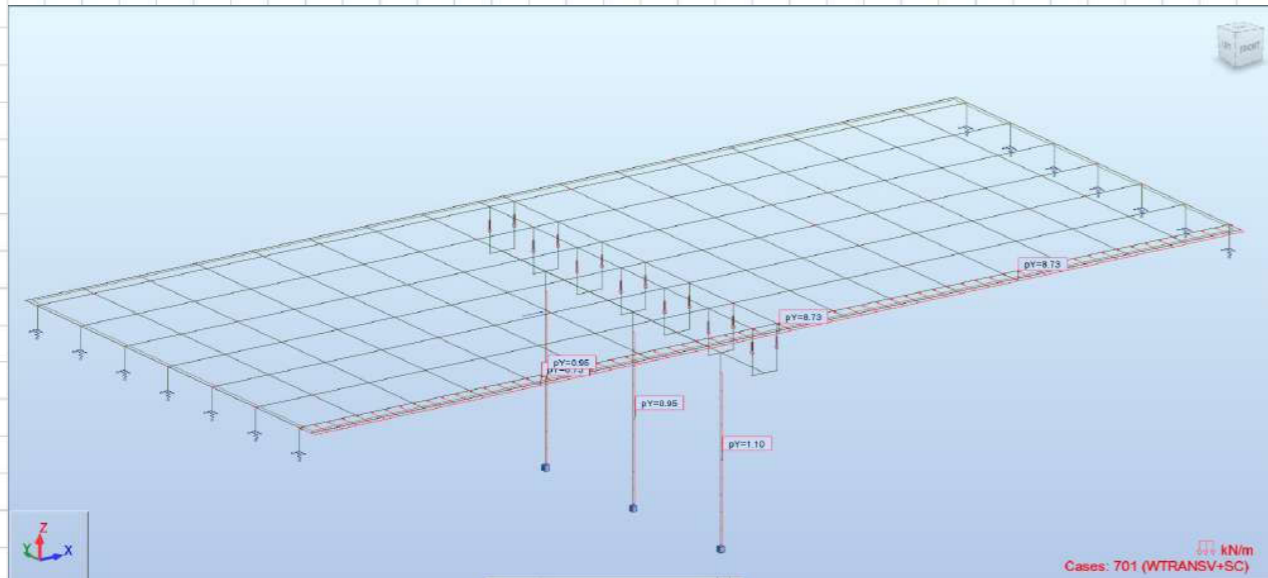
*) Desplazamientos:



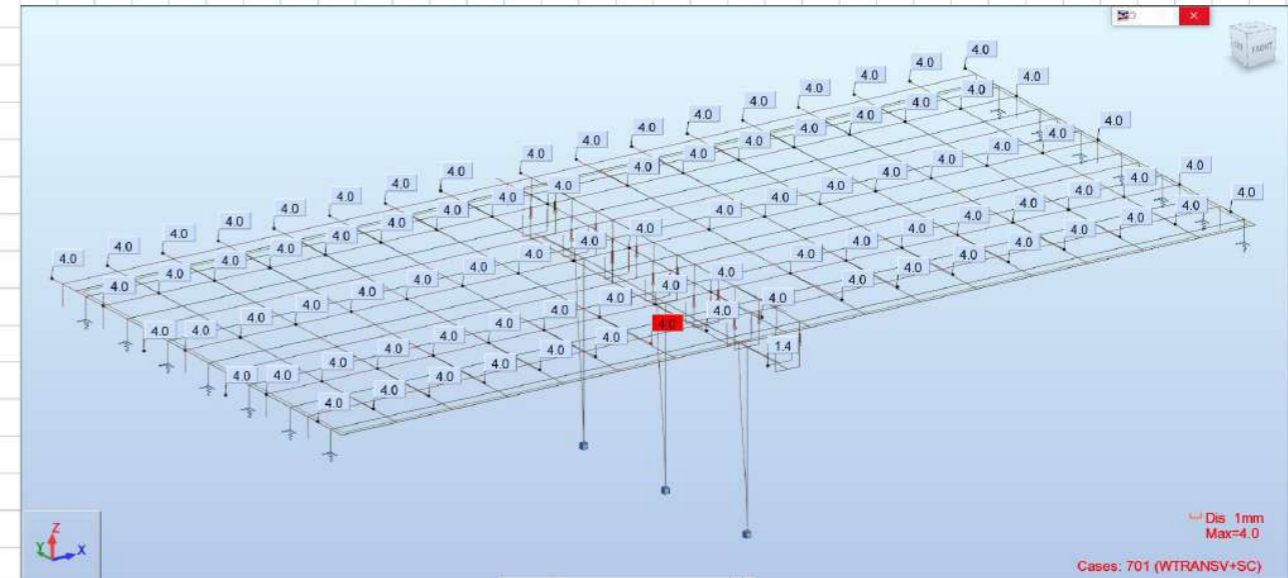
*) Reacciones en la Subestructura:



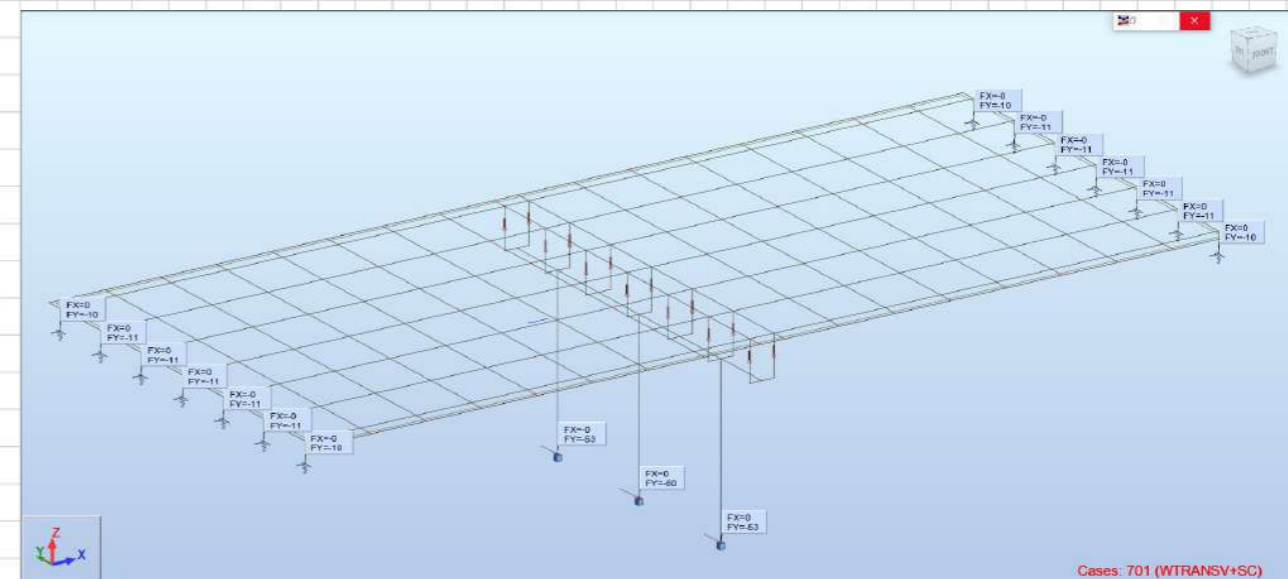
*) Cargas de VIENTO TRANSVERSAL CON SOBRECARGA:



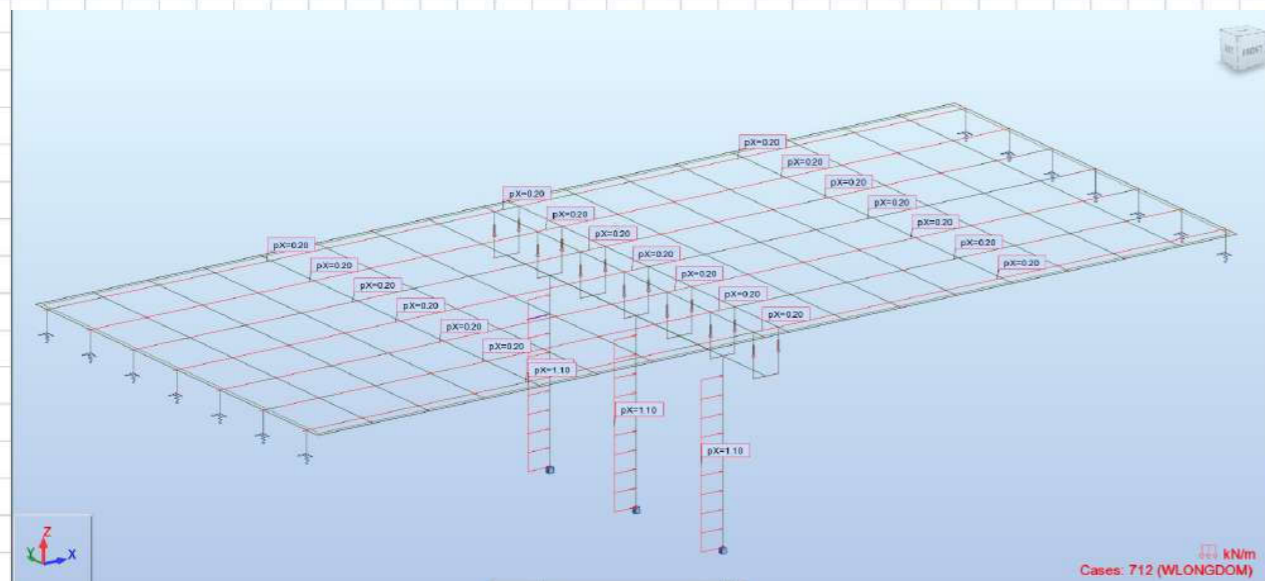
*) Desplazamientos:



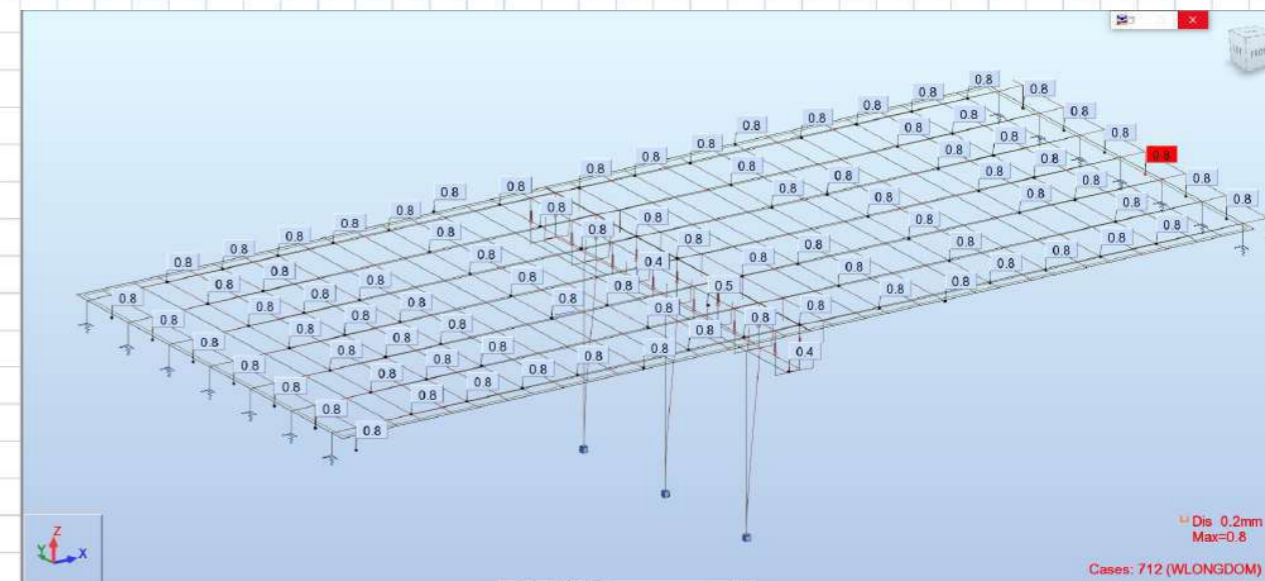
*) Reacciones en la Subestructura:



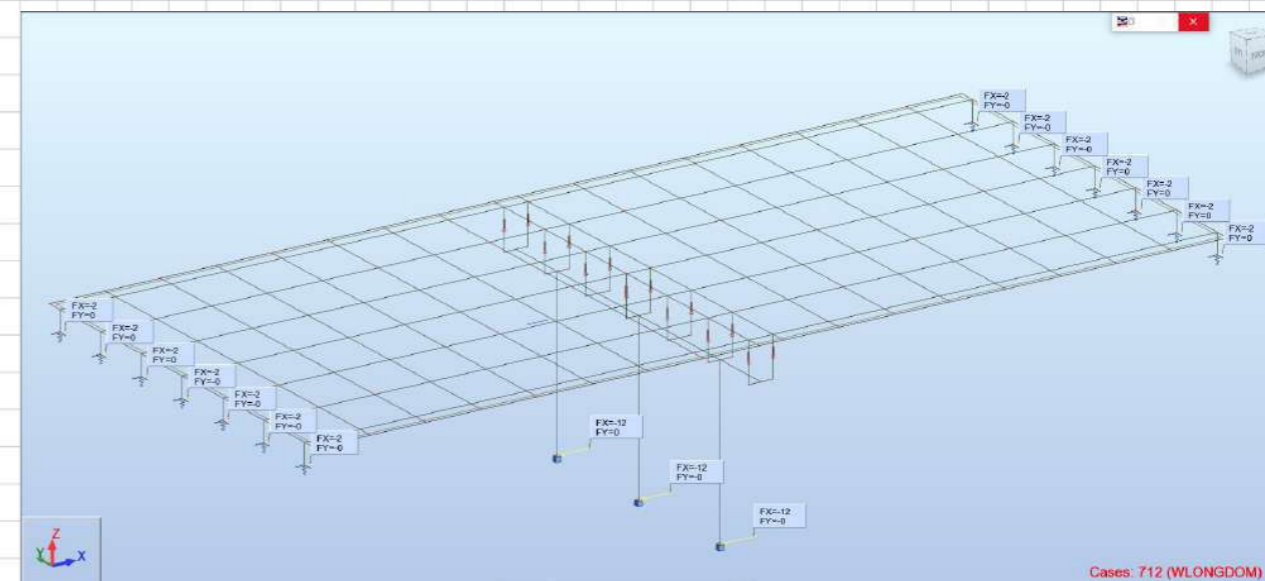
*) Cargas de VIENTO LONGITUDINAL DOMINANTE:



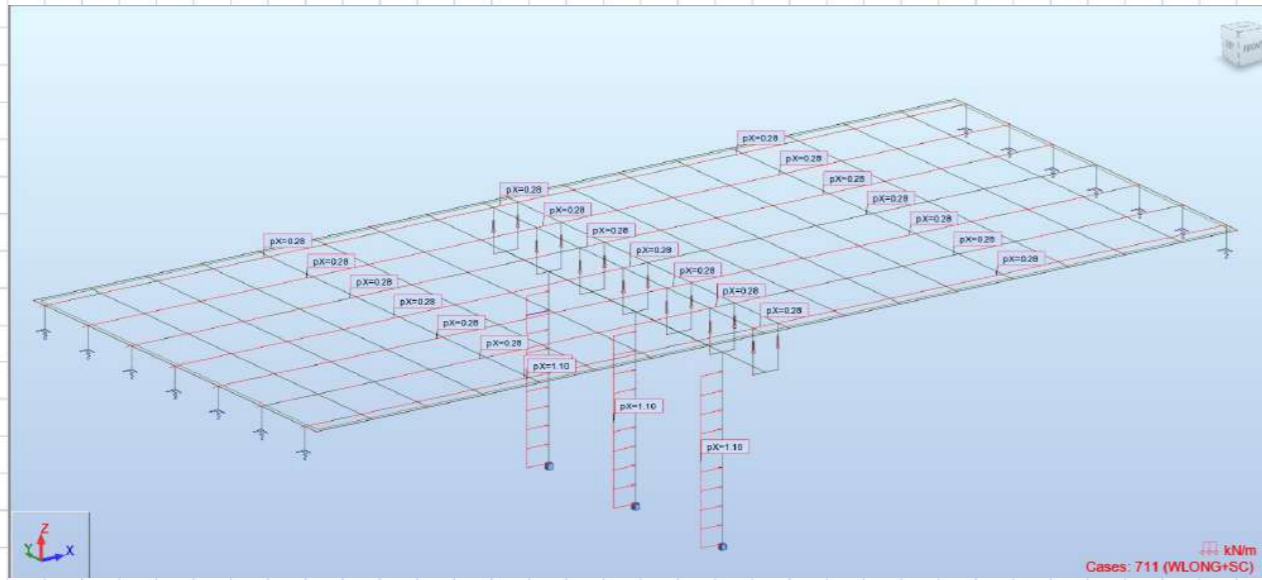
*) Desplazamientos:



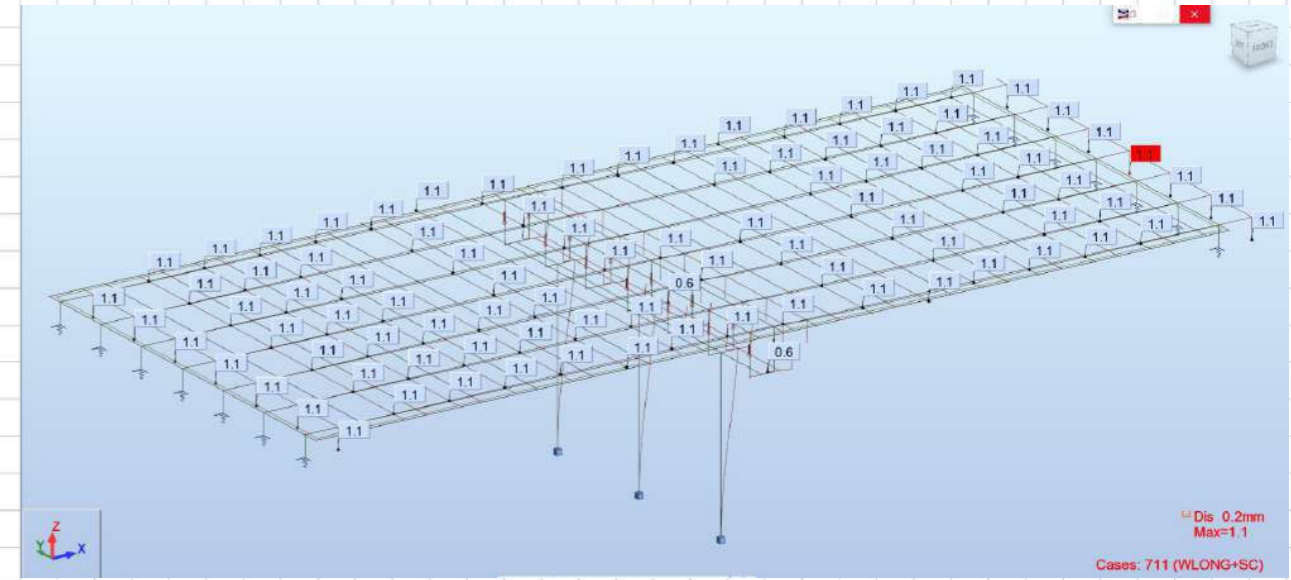
*) Reacciones en la Subestructura:



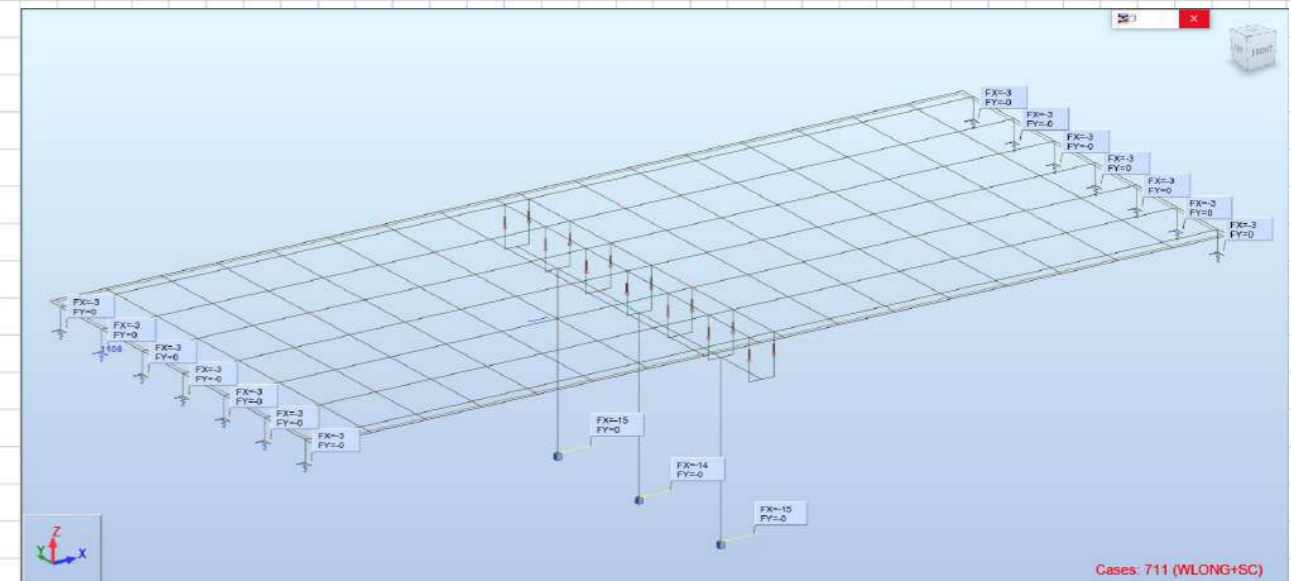
*) Cargas de VIENTO LONGITUDINAL CON SOBRECARGA:



*) Desplazamientos:

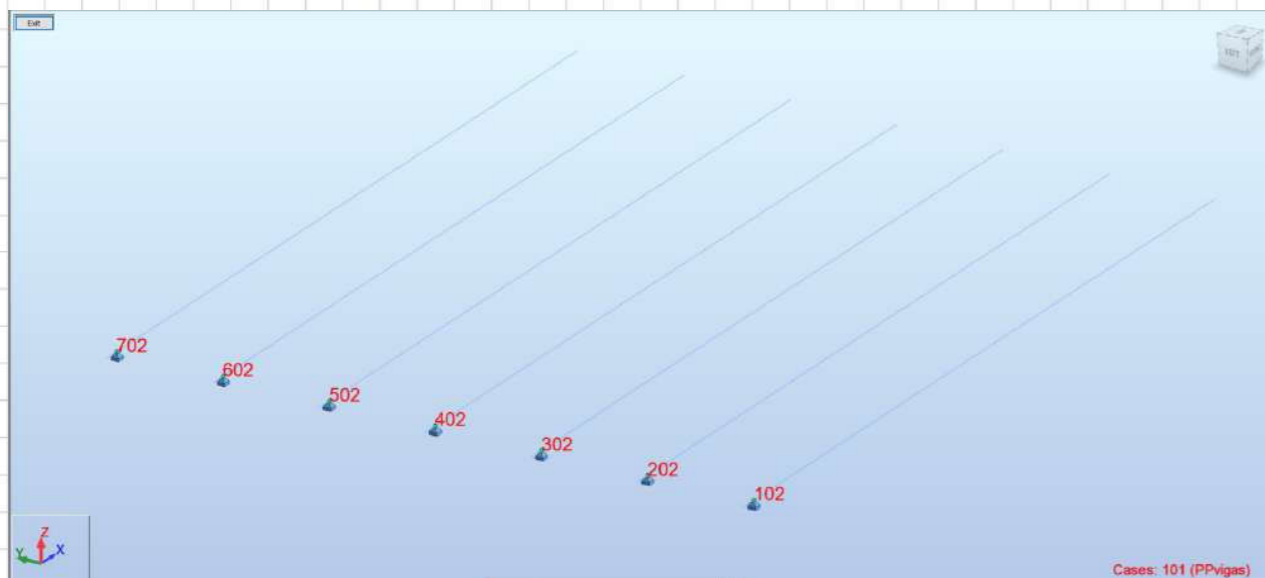


*) Reacciones en la Subestructura:



3.A) REACCIONES VERTICALES EN APOYOS

A continuación se muestra un Resumen de Reacciones Verticales en apoyos, para el VANO TIPO, para distintas hipótesis simples de carga así como valores máximos/mínimos en ELS:



TABLERO VIGAS "DOBLE T" - RESUMEN DE REACCIONES VERTICALES EN APOYOS:

APOYO:	REACCIONES VERTICALES Fz (kN) EN APOYOS DEL TABLERO										
	PP VIGA	PP LOSA	CM ACERAS	CM BARRERAS	CM PAV. MÍN.	CM PAV. MÁX.	QPERM MÍN.	QPERM MÁX.	SCU+CA_MÍN.	SCU+CA_MÁX.	SCU ACERAS
102	64	92	52	25	1	2	234	235	-16	1	66
202	65	128	29	26	17	26	265	274	0	103	22
302	64	127	3	5	27	40	226	239	0	314	0
402	64	127	-1	0	29	43	219	233	0	531	-3
502	64	127	3	4	27	40	225	238	0	548	0
602	65	128	29	26	17	26	265	274	-1	398	21
702	64	92	52	26	1	2	235	236	-10	29	66
450	821	167	112	119	179		1669	1729	-27	1924	172

TOTALES (kN)		APOYO	LONG. A (mm)	TRANSV. B (mm)	ÁREA (mm²)	σ admisible (MPa)					
ELS MÍN.	ELS MÁX.					MÍN.	CALC.	CHECK!	MÁX.	CALC.	CHECK!
218	302	102	250	250	62500	3.0	3.5	OK!	12.5	4.8	OK!
265	399	202	250	250	62500	3.0	4.2	OK!	12.5	6.4	OK!
226	553	302	250	250	62500	3.0	3.6	OK!	12.5	8.8	OK!
216	764	402	250	250	62500	3.0	3.5	OK!	12.5	12.2	OK!
225	786	502	250	250	62500	3.0	3.6	OK!	12.5	12.6	CHECK!
264	693	602	250	250	62500	3.0	4.2	OK!	12.5	11.1	OK!
225	331	702	250	250	62500	3.0	3.6	OK!	12.5	5.3	OK!

3.B) DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES EN APOYOS

A continuación se muestra un Resumen de Desplazamientos Horizontales en cada línea de Apoyos. Con estos valores, junto con las cargas verticales se comprueban los Aparatos de Apoyo Elastoméricos dispuestos.

a) Caso de ESTRIBO:

TABLERO VIGAS "DOBLE T" - RESUMEN DE MOVIMIENTOS HORIZONTALES EN APOYOS:

APOYO:	DESPLAZAMIENTOS LONGITUDINALES δx (mm) EN APOYOS DEL TABLERO						COND.					
	REOLÓGICAS	FRENADO	TEMP (+)	TEMP (-)	WLONG	WLONG+SC	C01	C02	C03	C04	C05	C06
102	9.4	7.1	-8	5.6	0.8	1.1	9.4	1.4	15.0	8.5	22.1	17.6
202	9.4	7.1	-8	5.6	0.8	1.1	9.4	1.4	15.0	8.5	22.1	17.6
302	9.4	7.1	-8	5.6	0.8	1.1	9.4	1.4	15.0	8.5	22.1	17.6
402	9.4	7.1	-8	5.6	0.8	1.1	9.4	1.4	15.0	8.5	22.1	17.6
502	9.4	7.1	-8	5.6	0.8	1.1	9.4	1.4	15.0	8.5	22.1	17.6
602	9.4	7.1	-8	5.6	0.8	1.1	9.4	1.4	15.0	8.5	22.1	17.6
702	9.4	7.1	-8	5.6	0.8	1.1	9.4	1.4	15.0	8.5	22.1	17.6

TOTALES (mm)			APOYO	LONG. A (mm)	TRANSV. B (mm)	Hneta (mm)	COND.		DISTORSIÓN admisible (δ/Hn)					
QPERM	ELS MÍN	ELS MÁX.					MÁX.	ESTABILIDAD	QPERM	CALC.	CHECK!	MÁX.	CALC.	CHECK!
9.4	1.4	22.1	102	250	250	45	75	OK!	0.5	0.21	OK!	0.7	0.49	OK!
9.4	1.4	22.1	202	250	250	45	75	OK!	0.5	0.21	OK!	0.7	0.49	OK!
9.4	1.4	22.1	302	250	250	45	75	OK!	0.5	0.21	OK!	0.7	0.49	OK!
9.4	1.4	22.1	402	250	250	45	75	OK!	0.5	0.21	OK!	0.7	0.49	OK!
9.4	1.4	22.1	502	250	250	45	75	OK!	0.5	0.21	OK!	0.7	0.49	OK!
9.4	1.4	22.1	602	250	250	45	75	OK!	0.5	0.21	OK!	0.7	0.49	OK!
9.4	1.4	22.1	702	250	250	45	75	OK!	0.5	0.21	OK!	0.7	0.49	OK!

b) Caso de PILA:

TABLERO VIGAS "DOBLE T" - RESUMEN DE MOVIMIENTOS HORIZONTALES EN APOYOS:

APOYO:	DESPLAZAMIENTOS LONGITUDINALES δx (mm) EN APOYOS DEL TABLERO						COND.					
	REOLÓGICAS	FRENADO	TEMP (+)	TEMP (-)	WLONG	WLONG+SC	C01	C02	C03	C04	C05	C06
P1-DORS_V1	-0.3	-3.1	0.2	-0.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.1	-0.5	-3.2	-3.6	-3.7
P1-DORS_V2	-0.3	-3.3	0.2	-0.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.1	-0.5	-3.4	-3.8	-3.9
P1-DORS_V3	-0.3	-3.4	0.2	-0.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.1	-0.5	-3.5	-3.9	-4
P1-DORS_V4	-0.3	-3.4	0.2	-0.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.1	-0.5	-3.5	-3.9	-4
P1-DORS_V5	-0.3	-3.4	0.2	-0.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.1	-0.5	-3.5	-3.9	-4
P1-DORS_V6	-0.3	-3.3	0.2	-0.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.1	-0.5	-3.4	-3.8	-3.9
P1-DORS_V7	-0.3	-3.1	0.2	-0.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.1	-0.5	-3.2	-3.6	-3.7

TOTALES (mm)			APOYO	LONG. A (mm)	TRANSV. B (mm)	Hneta (mm)	COND.		DISTORSIÓN admisible (δ/Hn)					
QPERM	ELS MÍN	ELS MÁX.					MÁX.	ESTABILIDAD	QPERM	CALC.	CHECK!	MÁX.	CALC.	CHECK!
-0.3	-3.7	-0.1	P1-DORS_V1	250	250	29	75	OK!	0.5	0.01	OK!	0.7	0.00	OK!
-0.3	-3.9	-0.1	P1-DORS_V2	250	250	29	75	OK!	0.5	0.01	OK!	0.7	0.00	OK!
-0.3	-4.0	-0.1	P1-DORS_V3	250	250	29	75	OK!	0.5	0.01	OK!	0.7	0.00	OK!
-0.3	-4.0	-0.1	P1-DORS_V4	250	250	29	75	OK!	0.5	0.01	OK!	0.7	0.00	OK!
-0.3	-4.0	-0.1	P1-DORS_V5	250	250	29	75	OK!	0.5	0.01	OK!	0.7	0.00	OK!
-0.3	-3.9	-0.1	P1-DORS_V6	250	250	29	75	OK!	0.5	0.01	OK!	0.7	0.00	OK!
-0.3	-3.7	-0.1	P1-DORS_V7	250	250	29	75	OK!	0.5	0.01	OK!	0.7	0.00	OK!





PS PO-400 - ANEJO DE CÁLCULO



PS PO-400 - ANEJO DE CÁLCULO

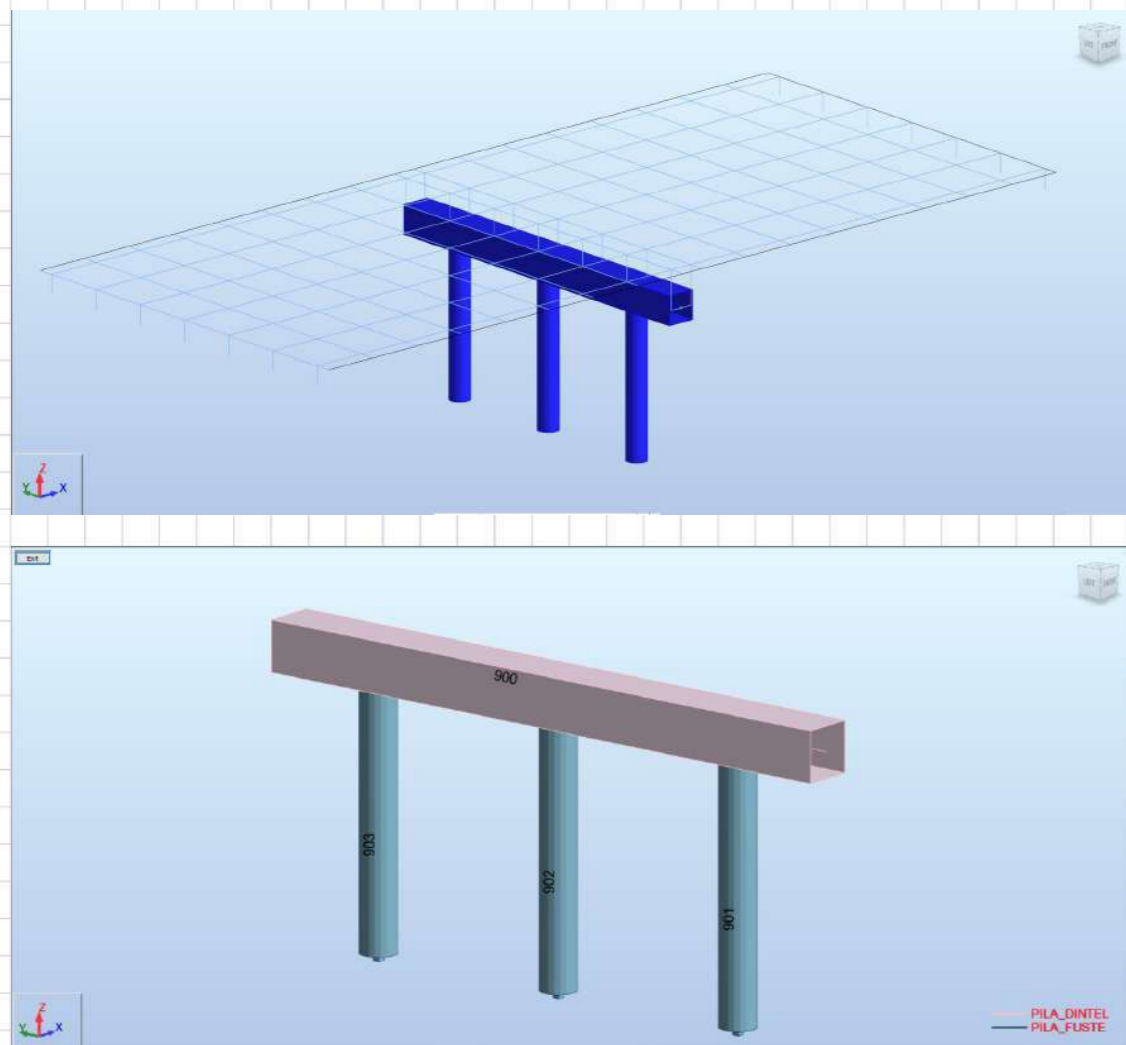
ANEJO Nº 4: CÁLCULO DE PILAS



(*) TABLERO PASO INFERIOR PO-400: PILA PÓRTICO (*)**1) INTRODUCCIÓN**

Del modelo de cálculo del Reparto de Acciones Horizontales se obtienen los esfuerzos de diseño (ELU y ELS) sobre el dintel y los distintos fustes de la Pila Pórtico. A partir de estos resultados se obtienen las armaduras en dintel, fustes y zapata. Para obtener las armaduras en los fustes se tienen en cuenta los efectos de 2º orden, obtenidos por el método simplificado de la EHE.

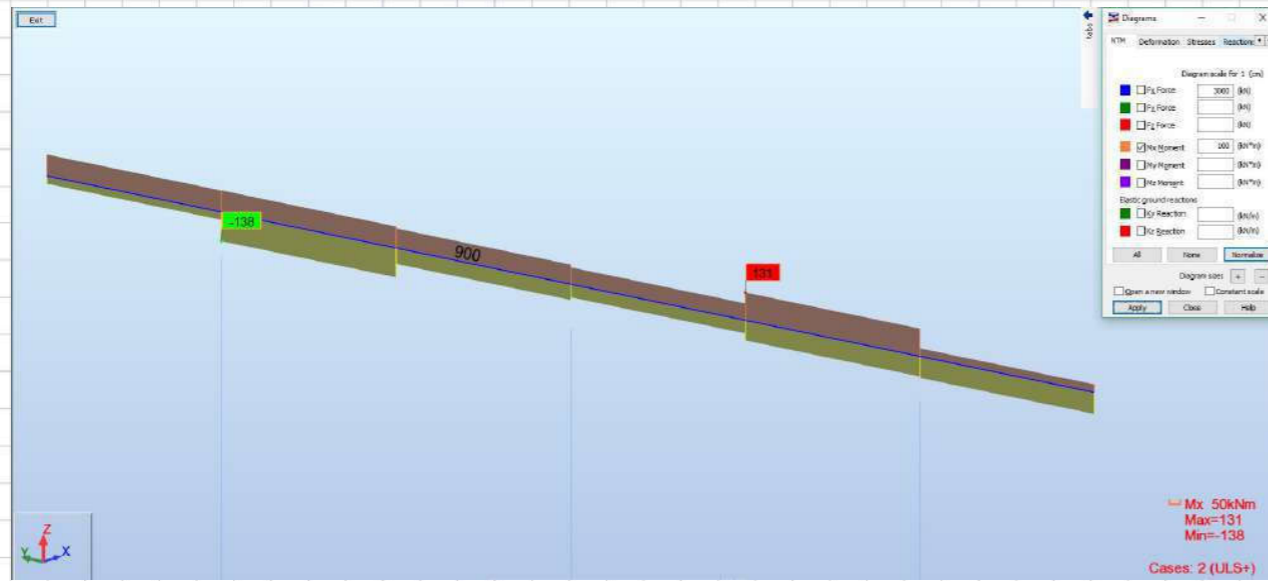
A continuación mostramos una vista 3D del Modelo de Cálculo empleado:



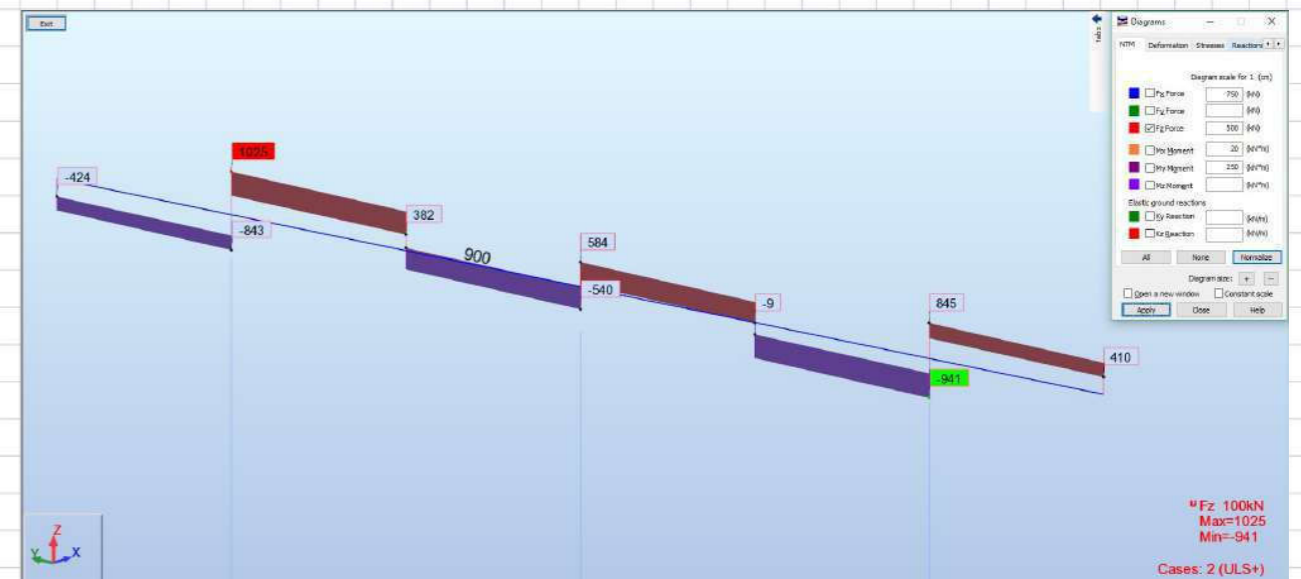
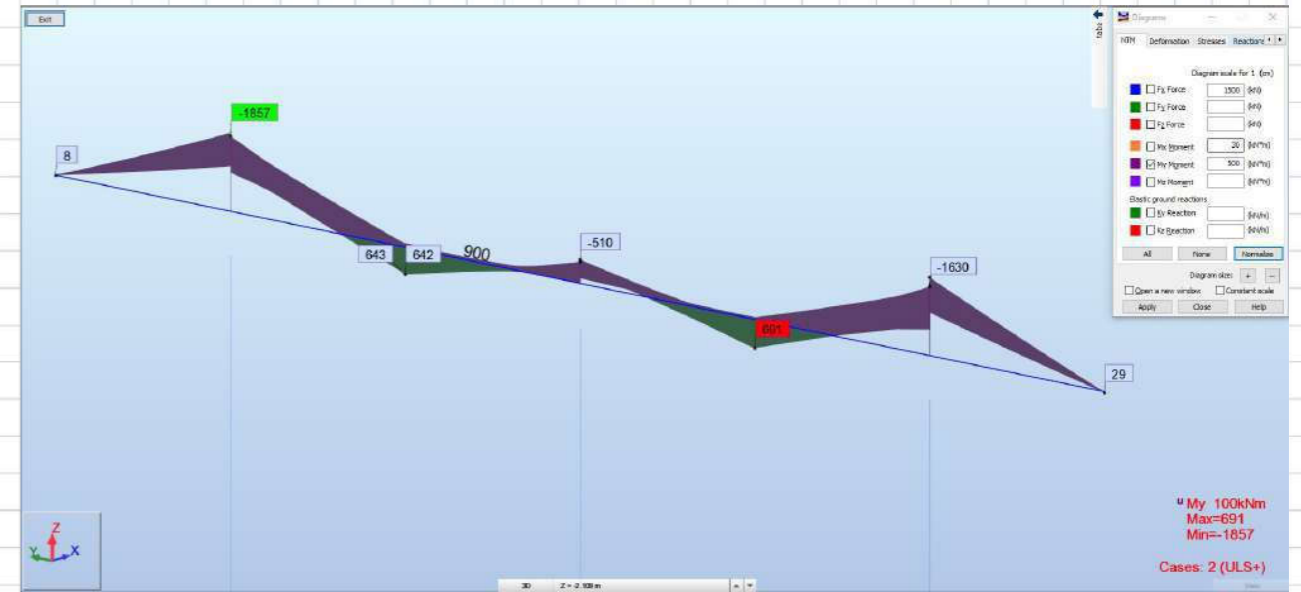
2) CÁLCULO DEL DINTEL

> Resumen de Esfuerzos de Diseño: ELU

a) Torsores:



b) Esfuerzos de Flexión PPAL (My, Vz):



> Comprobación ELU FLEXIÓN SIMPLE:

Sección: PILA_DINTEL

Comprobación Dimensionamiento Diagrama de Flexión

Propuesta de armado Plano de agotamiento

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

x [m] 0.132 $\epsilon_s \cdot 10^{-3}$ 1.4 M_u [kN·m] 2252.0 **Cuántía mínima**

$1/i$ [km] 10.5 $\epsilon_i \cdot 10^{-3}$ -10.7

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.065	0.0	0.7	0.0
1.085	49.9	-10.0	434.8

M_d [kN·m] 1857

> Comprobación ELU CORTANTE:

Sección: PILA_DINTEL

Comprobación Dimensionamiento

Inclinación de las bielas $\text{ctg } \theta$ 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras α [°] 90.0

ρ [%] 3 b_0 [m] 1.55 d [m] 1.09 z [m] 0.98

Con armadura de cortante Sin armadura de cortante

Control normal hormigón Control indirecto hormigón

Armadura de compresión

Díametro de la armadura comprimida ϕ [mm] 12

ϕ [mm]	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$
s [m]	—	0.10	0.20	0.30
n° ramas	—	4	4	4
A_w [cm ² /m]	—	20.1	15.7	15.1
TIPO	—	2	2	2
V_{su} [kN]	—	789.0	616.4	591.7
V_{u2} [kN]	—	—	—	—

TIPO 1 TIPO 2

V_{u1} [kN] 10137.0 A_w [cm²/m] 15.0 **Cuántía mínima**

V_{cu} [kN] 502.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

σ_{xd} [MPa] 0.0 σ_{yd} [MPa] 0.0 θ_e [°] 45.0

V_d [kN] 1025

> Comprobación ELU TORSIÓN:

Sección: PILA_DINTEL

Comprobación Dimensionamiento

Estribos verticales

ϕ [mm]	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$
s [m]	0.15	0.25	0.30	0.30
n° estribos	1	1	1	1
A_t [cm ² /m]	1.9	2.0	2.6	3.8
T_{u2} [kN·m]	150.8	160.8	209.4	301.6

A_t [cm²/m] 1.7

Armadura longitudinal uniformemente repartida en el perímetro

ϕ [mm]	$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 20$
n° de ϕ	10	8	6	4	4
A_l [cm ²]	7.9	9.0	9.2	8.0	12.6
T_{u3} [kN·m]	154.0	177.4	181.1	157.7	246.4

T_{u1} [kN·m] 2376.0 A_l [cm²] 7.0

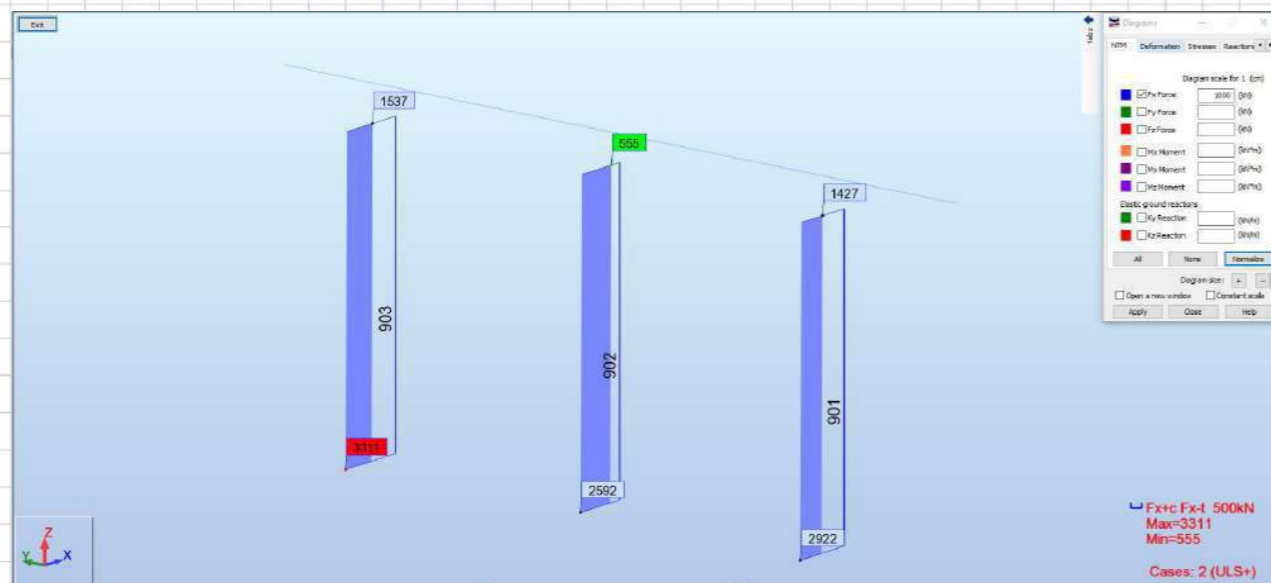
T_d [kN·m] 138



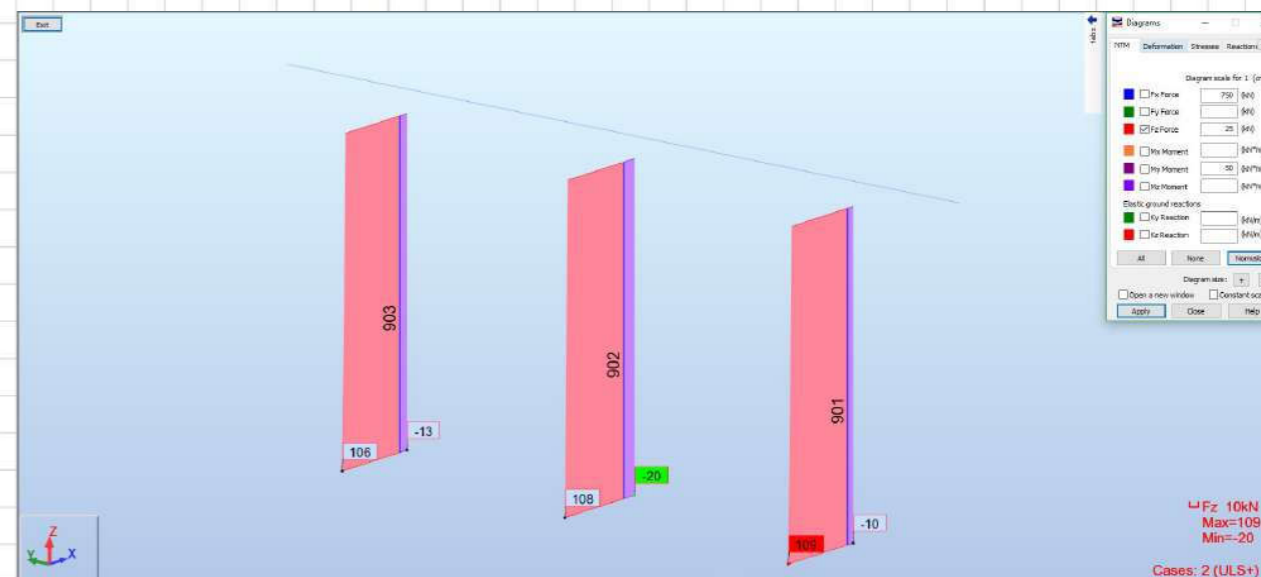
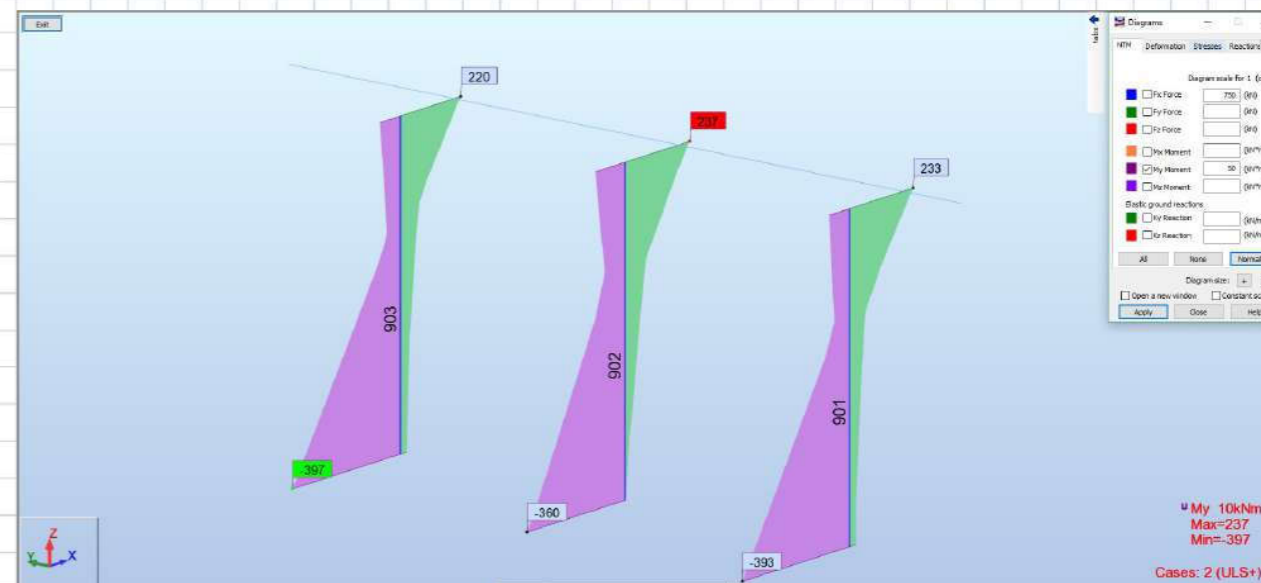
3) CÁLCULO DE LOS FUSTES

> Resumen de Esfuerzos de Diseño: ELU

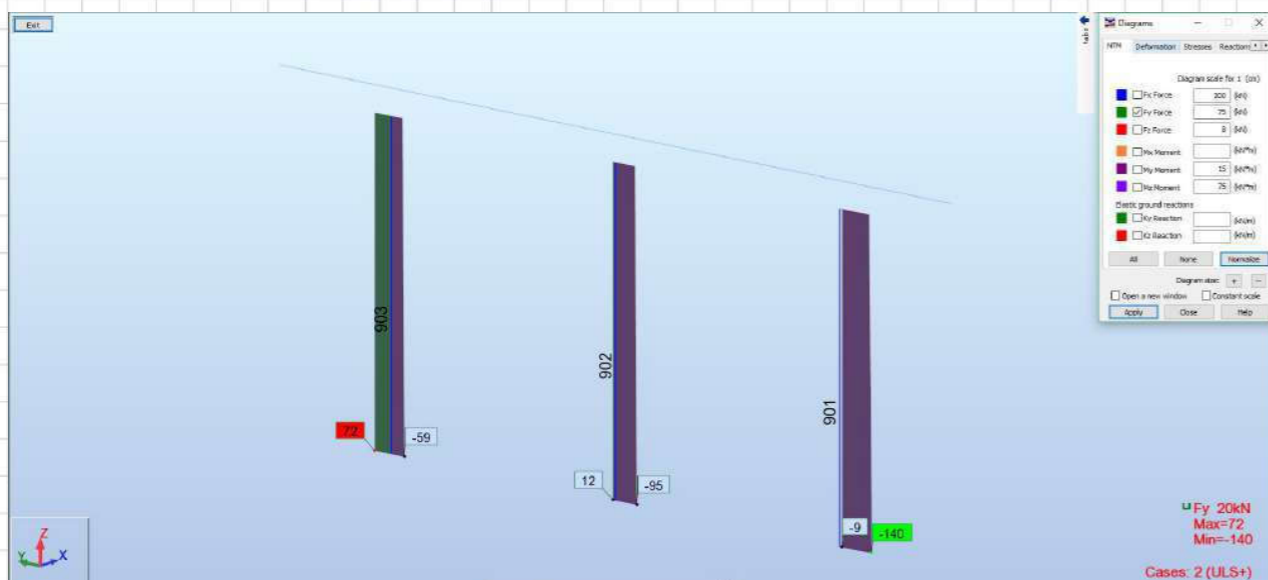
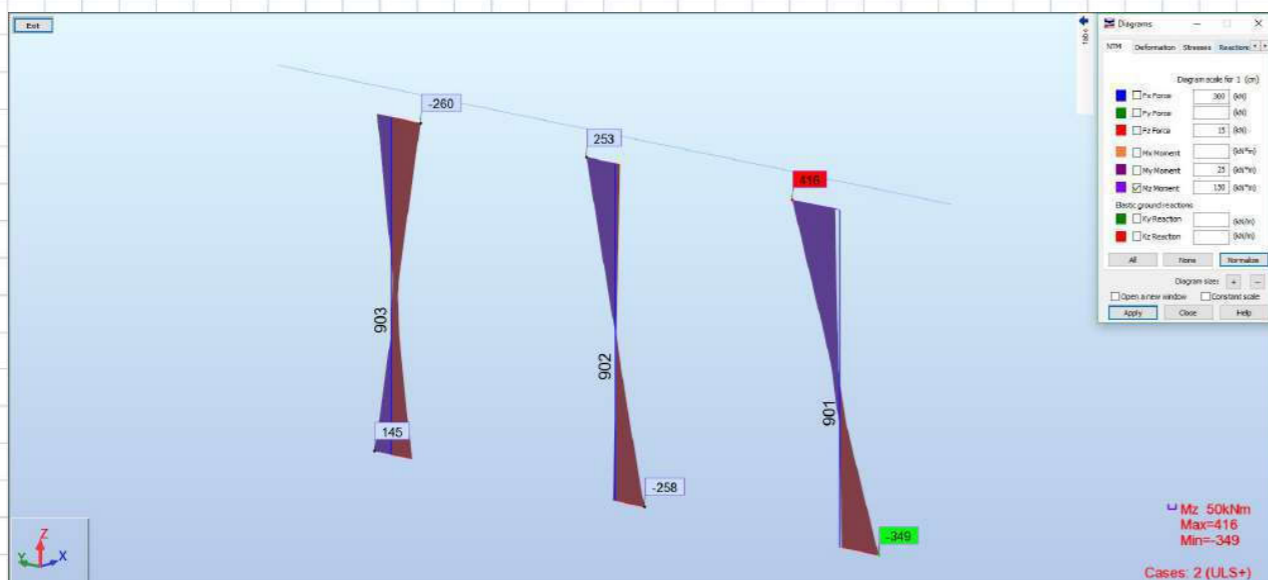
a) Axiles:



b) Esfuerzos de Flexión Longitudinal (M_y , V_z):



b) Esfuerzos de Flexión Transversal (Mz, Vy):



> Envoltente de Esfuerzos (FLEXIÓN COMPUESTA RECTA): FUSTE 901 / 902 / 903

HIPÓTESIS:	N (kN)	My (mkN)	EXC. MÍN.
Mmax - Nconcmín	2174	431	87
Nmín - Mconcmáx	1497	303	60
Nmáx - Mconcmáx	2922	327	117
Mmáx - Nconcmáx	2178	431	87

HIPÓTESIS:	N (kN)	My (mkN)	EXC. MÍN.
Mmax - Nconcmín	1691	360	68
Nmín - Mconcmáx	625	281	25
Nmáx - Mconcmáx	2592	286	104
Mmáx - Nconcmáx	2107	360	84

HIPÓTESIS:	N (kN)	My (mkN)	EXC. MÍN.
Mmax - Nconcmín	2526	408	101
Nmín - Mconcmáx	1607	306	64
Nmáx - Mconcmáx	3311	63	132
Mmáx - Nconcmáx	2526	408	101



> Comprobación ELU FLEXOCOMPRESIÓN RECTA (2º ORDEN EHE-08):

Sección Estructura | Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Interacción | Parámetros de cálculo

Estudios de cálculo

Nd [kN]	Md [kN-m]	coef
2174.0	431.0	1.11
1497.0	303.0	1.57
2922.0	327.0	1.31
2178.0	431.0	1.11
1691.0	360.0	1.32
625.0	281.0	1.52
2592.0	286.0	1.48
2107.0	360.0	1.31
2526.0	408.0	1.15
1607.0	306.0	1.56
3311.0	132.0	1.77
2526.0	408.0	1.15
0.0	0.0	0.00
0.0	0.0	0.00

Diagrama de interacción. Sección FUSTE_80CM ø=16

Mostrar rótulos

φ [mm] 16
esp./einf 1

Sección Estructura | Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Interacción | Parámetros de cálculo

Parámetros de esbeltez:

Longitud de pandeo l_0 [m] 11.30
 Esbeltez mecánica λ 57
 Ψ_A ∞
 Ψ_B 0.00
 α 2.00

Parámetros de cálculo del método aproximado:

i_0 [m] 0.1990
 i_s [m] 0.2369
 e_y 0.0022
 β 2.00

> Comprobación ELU CORTANTE:

Sección FUSTE80CM_\ | Comprobación | Dimensionamiento

Inclinación de las bielas
 $\text{ctg } \theta$ 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras
 α [°] 90.0

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
 Diámetro de la armadura comprimida φ [mm] 12

Axil de cálculo (compresión +)
 Nd [kN] 3311
 σ_{cd} [MPa] 6.0
 Pcomprimida [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa] 6.0
 σ_{yd} [MPa] 0.0
 θ_e [°] 29.7

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	0.15	0.25	0.30	0.30
nº ramas	4	4	4	4
A _w [cm²/m]	7.5	8.0	10.5	15.1
TIPO	2	2	2	2
Vsu [kN]	173.7	185.3	241.3	347.4
Vu2 [kN]	—	—	—	—

TIPO 1 TIPO 2

Vu1 [kN] 2688.8 A_α [cm²/m] 6.8
 Vcu [kN] 201.1 Cuantía mínima

Vd [kN] 177

Sección FUSTE80CM_\ | Comprobación | Dimensionamiento

Inclinación de las bielas
 $\text{ctg } \theta$ 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras
 α [°] 90.0

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
 Diámetro de la armadura comprimida φ [mm] 12

Axil de cálculo (compresión +)
 Nd [kN] 555
 σ_{cd} [MPa] 1.1
 Pcomprimida [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa] 1.1
 σ_{yd} [MPa] 0.0
 θ_e [°] 40.4

φ [mm]	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12
s [m]	0.15	0.25	0.30	0.30
nº ramas	4	4	4	4
A _w [cm²/m]	7.5	8.0	10.5	15.1
TIPO	2	2	2	2
Vsu [kN]	173.7	185.3	241.3	347.4
Vu2 [kN]	—	—	—	—

TIPO 1 TIPO 2

Vu1 [kN] 2688.1 A_α [cm²/m] 6.8
 Vcu [kN] 129.4 Cuantía mínima

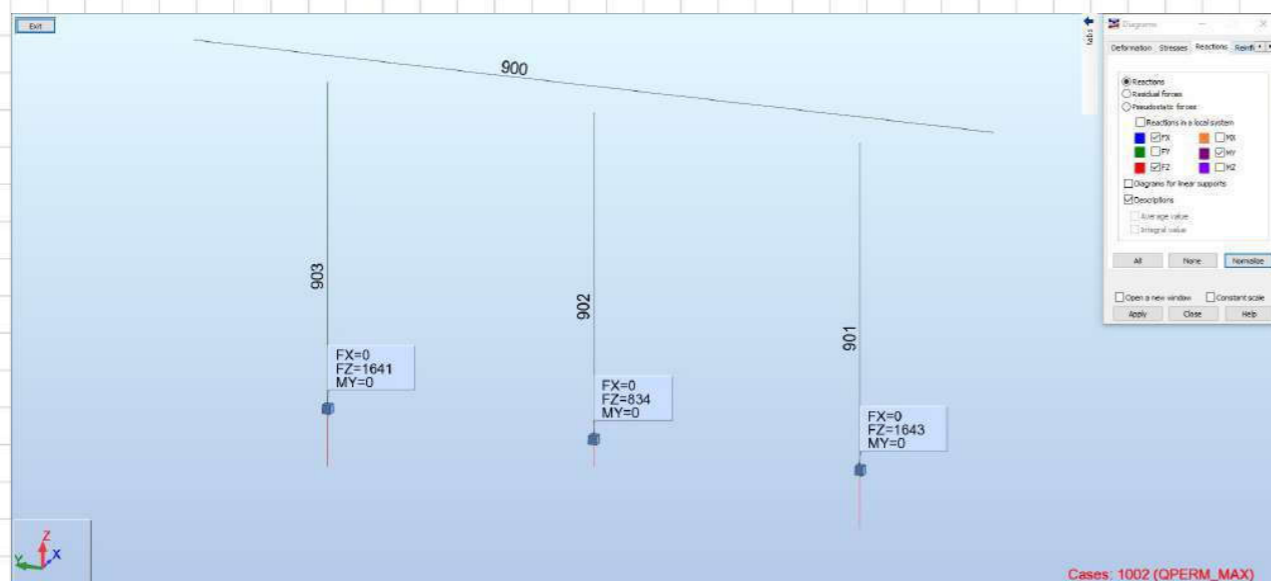
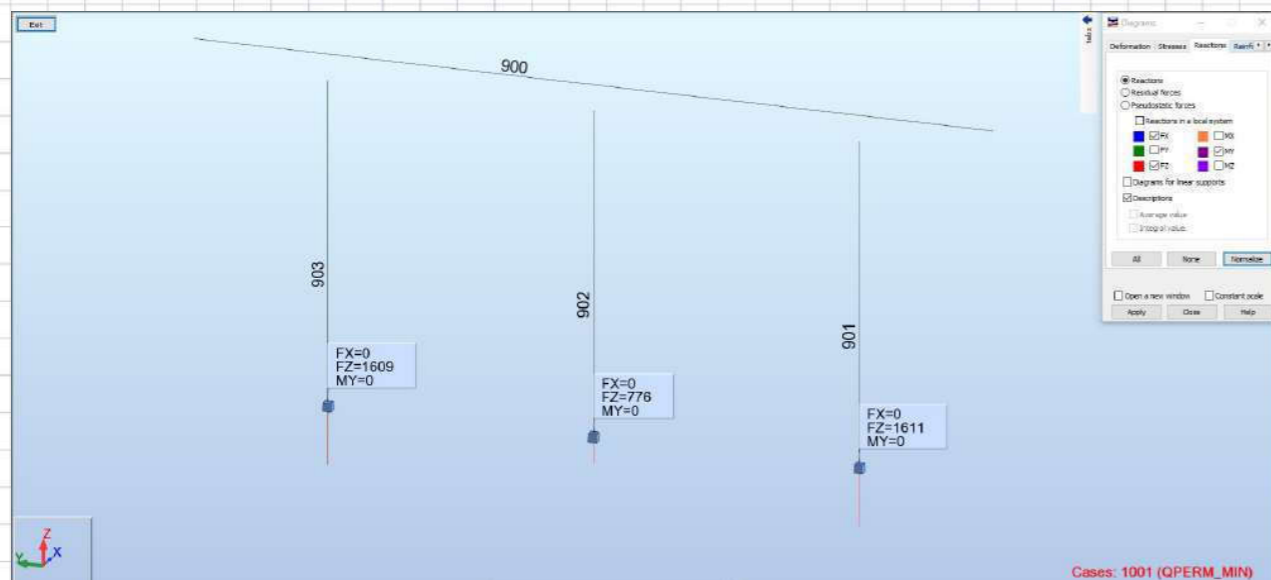
Vd [kN] 177



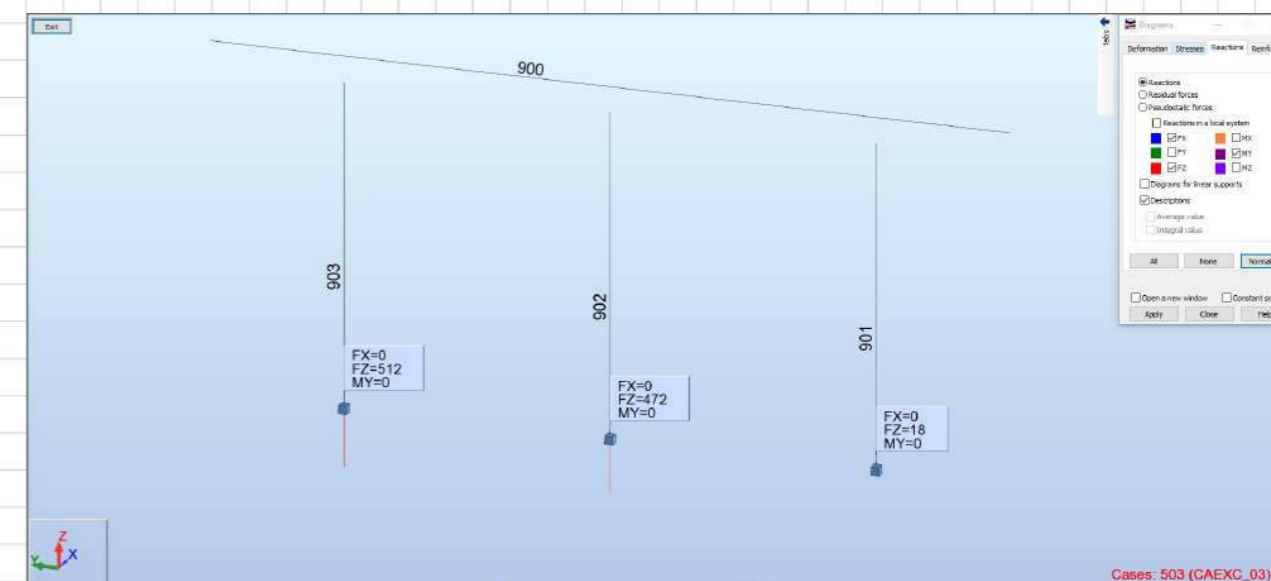
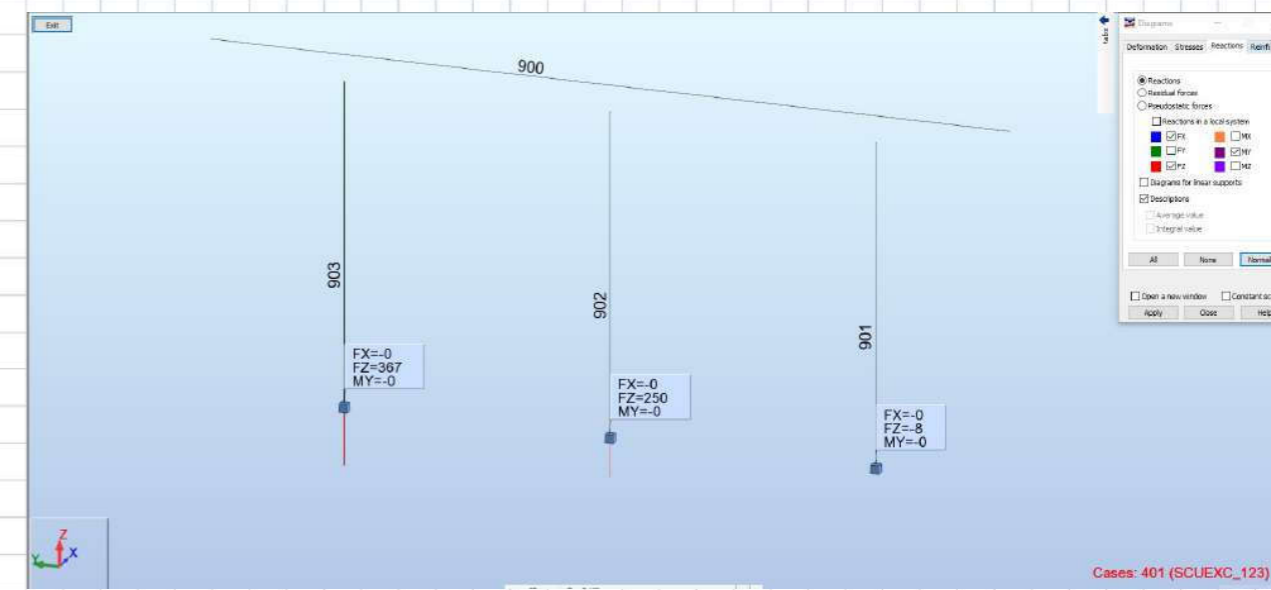
4) CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

> Resumen de Reacciones transmitidas por los Fustes a la Cimentación:

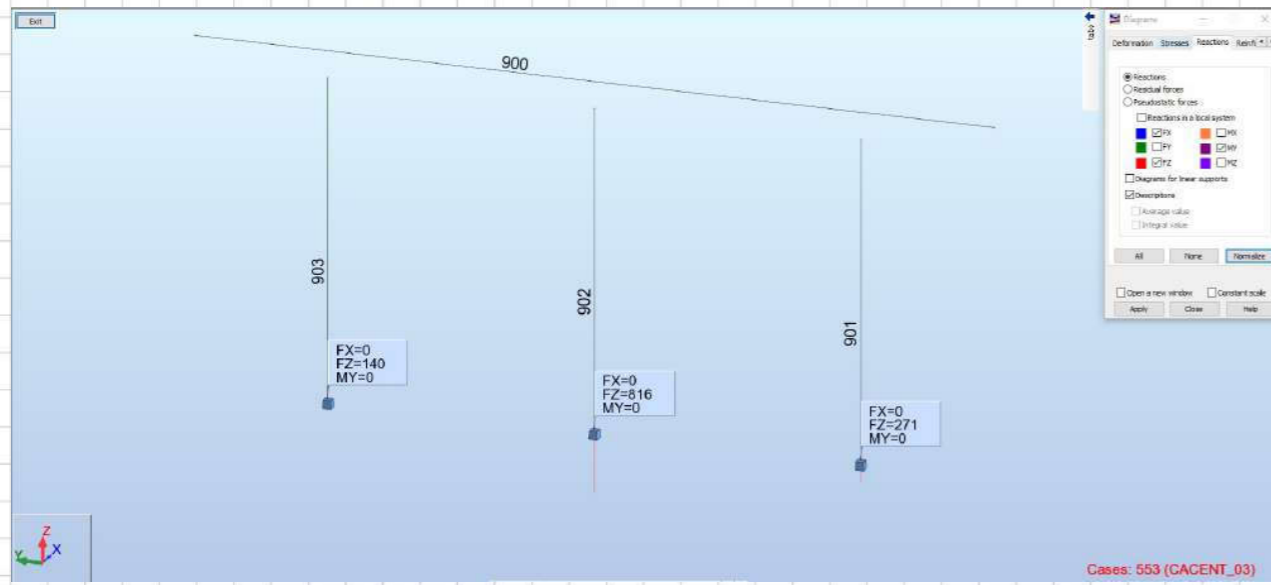
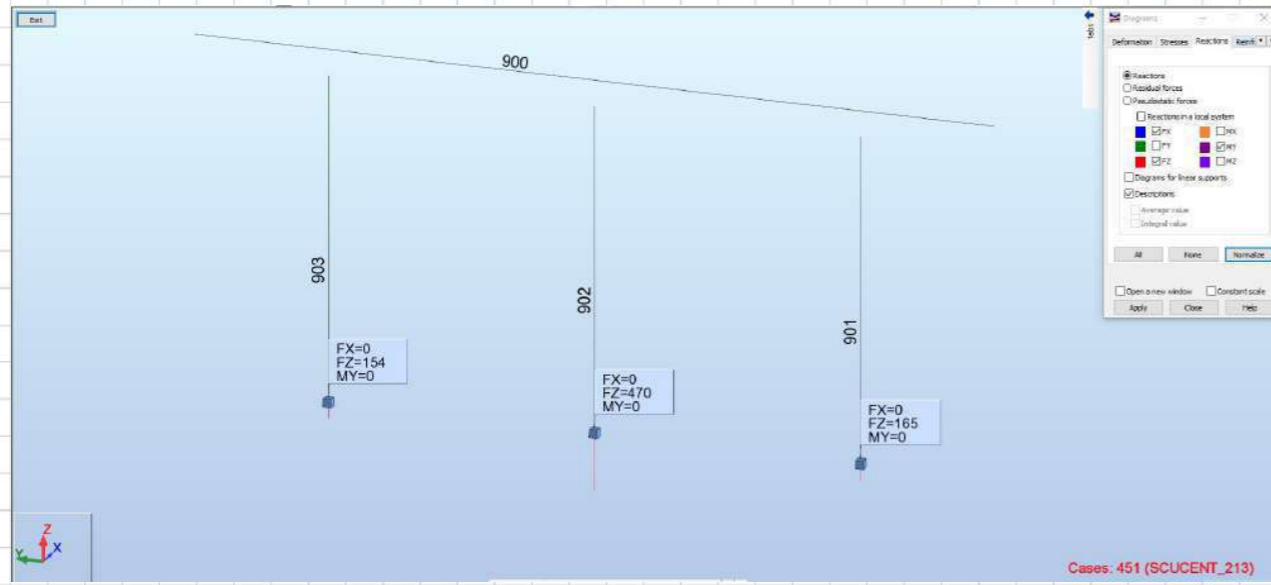
a) Carga Muerta MÍNIMA / MÁXIMA:



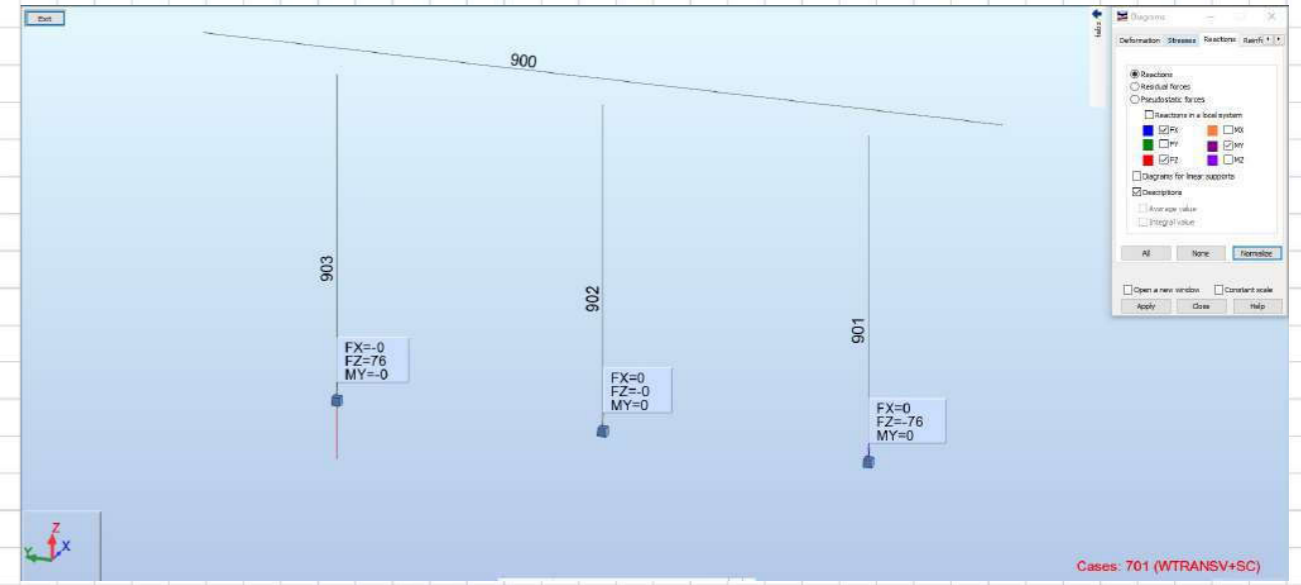
b) SOBRECARGA Y CARRO - EXCÉNTRICOS:



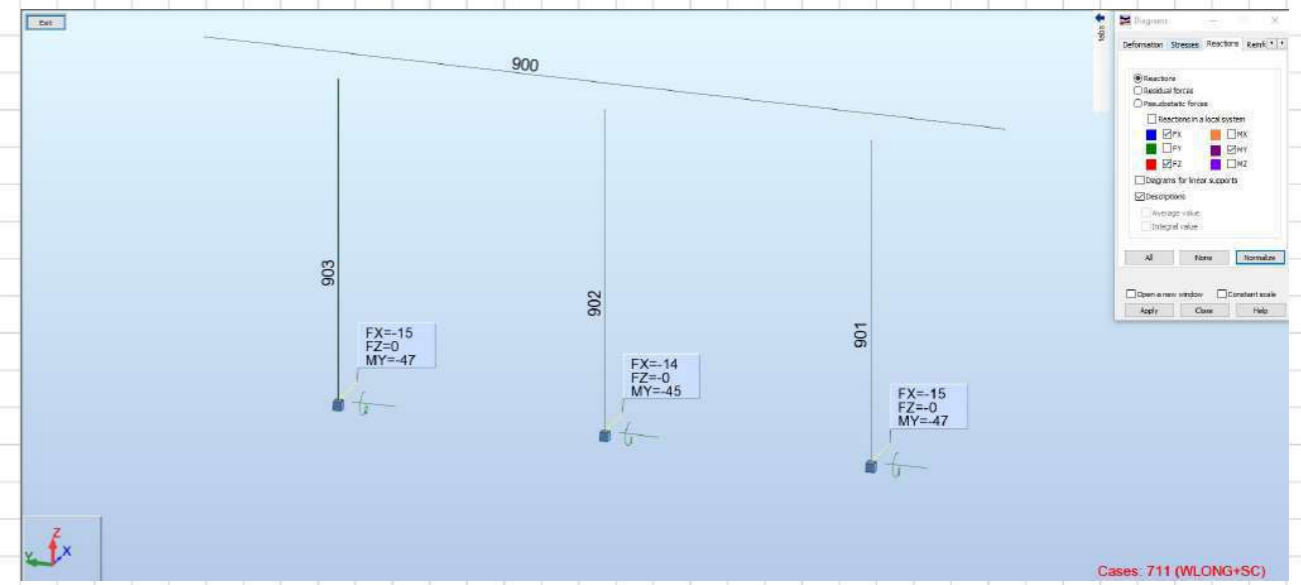
c) SOBRECARGA Y CARRO - CENTRADOS:



d) VIENTO TRANSVERSAL CONCOMITANTE CON SOBRECARGA:



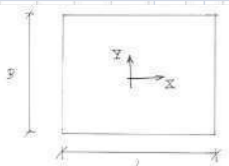
e) VIENTO LONGITUDINAL CONCOMITANTE CON SOBRECARGA:



> Comprobación de la ZAPATA ELS:

DIMENSIONAMIENTO DE ZAPATAS RECTANGULARE (m , kN)

HORMIGÓN ZAPATA $f_{ck} = 25$ MPa
 $\gamma_c = 1.50$
 $f_{cd} = 16.7$ MPa



La sección de referencia que se considerará para el cálculo a flexión, se define como se indica a continuación: es plana, perpendicular a la base de la zapata o encajado y tiene en cuenta la sección total de la zapata o encajado.
 - Es paralela a la cara del soporte o del muro y está situada detrás de dicha cara a una distancia igual a 0.15a, siendo a la dimensión del soporte o del muro medida ortogonalmente a la sección que se considera.
 - 0.25a cuando se trate de muros de ladrillo o mampostería.
 - La mitad de la distancia entre la cara del soporte y el borde de la placa de acero, cuando se trate de soportes metálicos sobre placas de reparto de acero.

SOPORTE_X: 0.80 m
 DIM. CÁLCULO SOPORTE/PILAR_X: 0.80 m
 SOPORTE_Y: 0.80 m
 DIM. CÁLCULO SOPORTE/PILAR_Y: 0.80 m
 CANTO = 1.50 m
 DIM PLANTA_Lx = 4.50 m
 DIM PLANTA_By = 13.30 m

$W_x = 132.67$ m³
 $W_y = 44.89$ m³
 $A = 59.85$ m²

Wgravedad ZAPATA = 1347 kN CPERM
 0 kN SCU

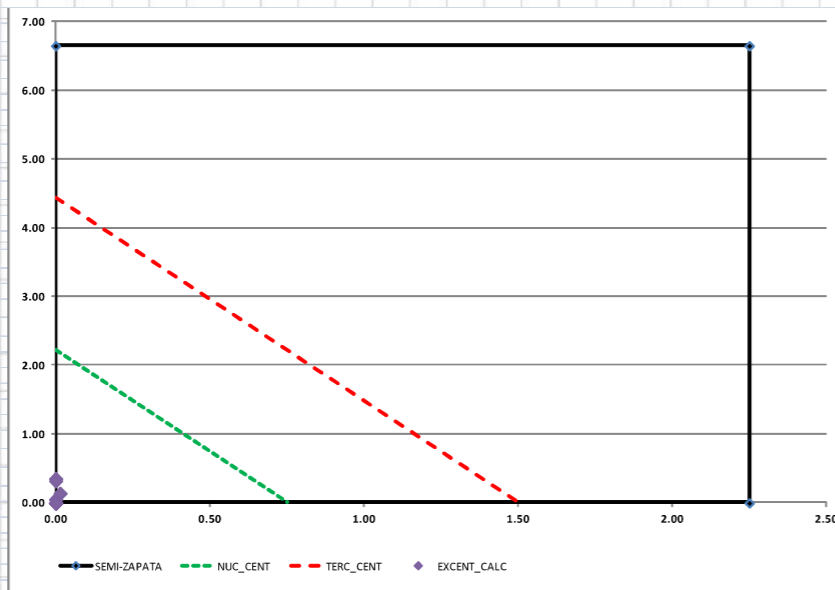
ACCIONES EN CARA SUPERIOR DE CIMENTACIÓN:

NODE / CASE / COMP	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	COMBO
1	0	0	-7480	-562	0	0	
2	0	0	-5466	-8	0	0	
3	0	0	-6939	3736	0	0	
4	0	0	-7480	-562	0	0	
5	0	0	-6939	3381	0	0	
6	0	0	-6055	1348	-139	0	

ACCIONES EN CARA INFERIOR DE CIMENTACIÓN:

ALTURA HASTA COTA INF. CIMENTACIÓN: 1.50 m

NODE / CASE / COMP	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	0	0	11071	-562	0	0
2	0	0	9057	-8	0	0
3	0	0	10530	3736	0	0
4	0	0	11071	-562	0	0
5	0	0	10530	3381	0	0
6	0	0	9646	1348	-139	0

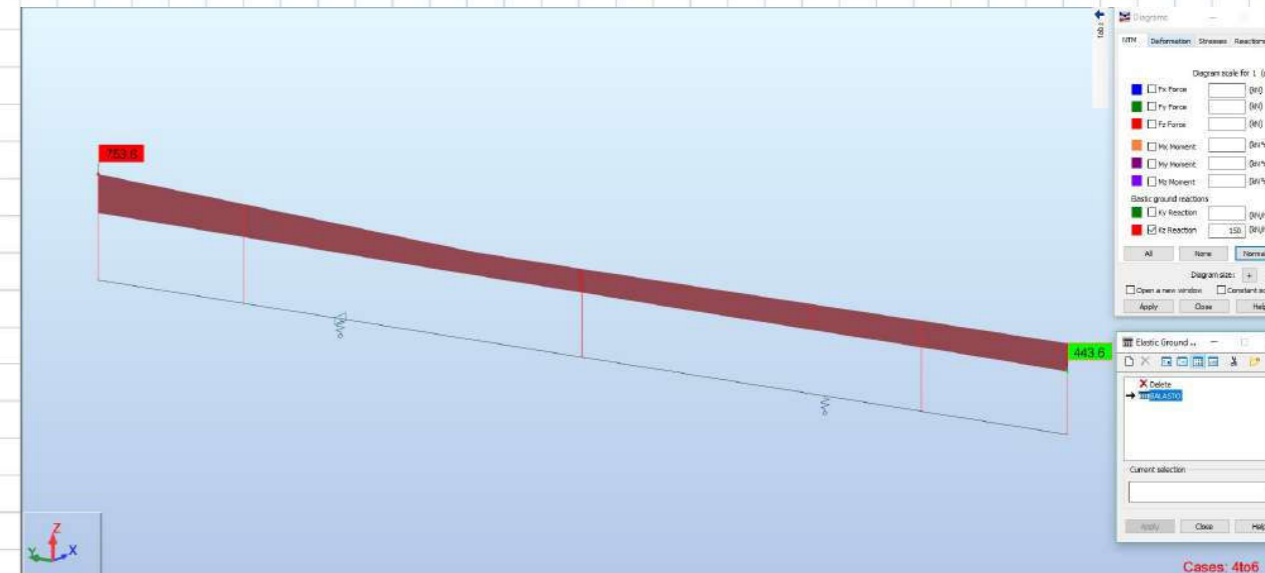


CSvuelco_MX	CSvuelco_MY	CSdesliz_FX	CSdesliz_FY	EXC_X	EXC_X / (X/6)	EXC_Y	EXC_Y / (Y/6)	EC. NUC CEN	EC. TERC CEN	Smax (kPa)	Smin (kPa)	Smed (kPa)
10.00	10.00	10.00	10.00	0.000	0.000	0.051	0.023	0.023	0.011	189.2	180.7	185.0
10.00	10.00	10.00	10.00	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	151.4	151.3	151.3
10.00	10.00	10.00	10.00	0.000	0.000	0.355	0.160	0.160	0.080	204.1	147.8	175.9
10.00	10.00	10.00	10.00	0.000	0.000	0.051	0.023	0.023	0.011	189.2	180.7	185.0
10.00	10.00	10.00	10.00	0.000	0.000	0.321	0.145	0.145	0.072	201.4	150.5	175.9
10.00	10.00	10.00	10.00	0.014	0.019	0.140	0.063	0.082	0.041	174.4	147.9	161.2

EXC. X	EXC. X / (X/6)	EXC. Y	EXC. Y / (Y/6)	EC. NUC CEN	EC. TERC CEN	Smax (kPa)	Smin (kPa)	Smed (kPa)
0.019	0.019	0.160	0.160	0.160	0.080	204.1	180.7	185.0
0.019	0.019	0.160	0.160	0.160	0.080	60.0	60.0	60.0

Sadm ≥ 1.6 kg/cm² S:

> Comprobación Modelo 1D - VIGA FLOTANTE ELS:



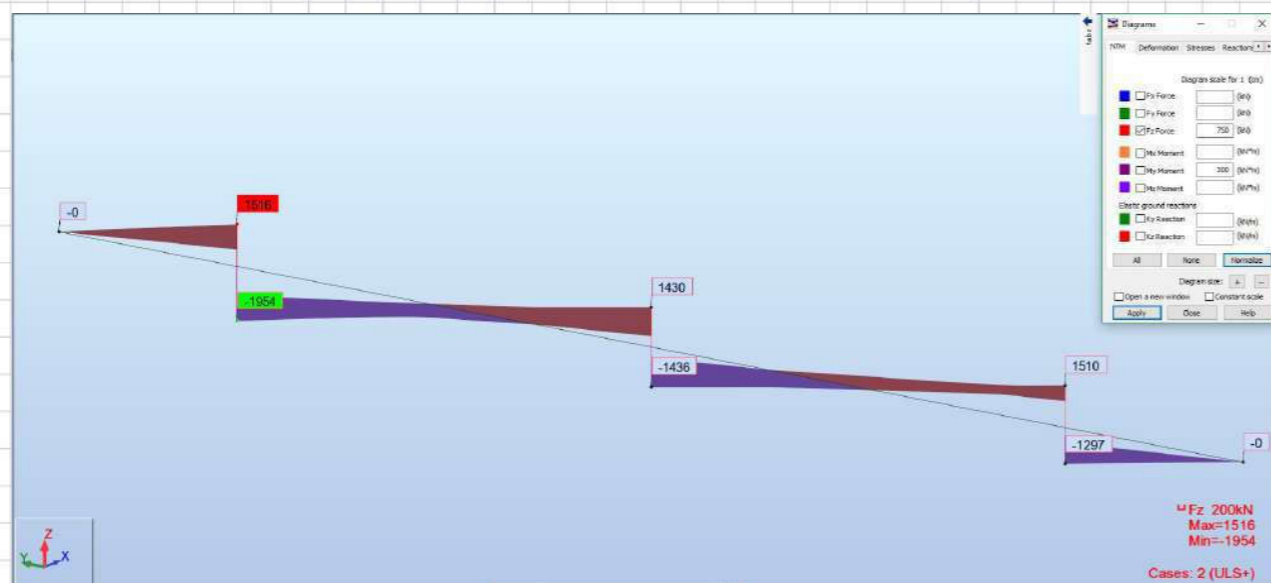
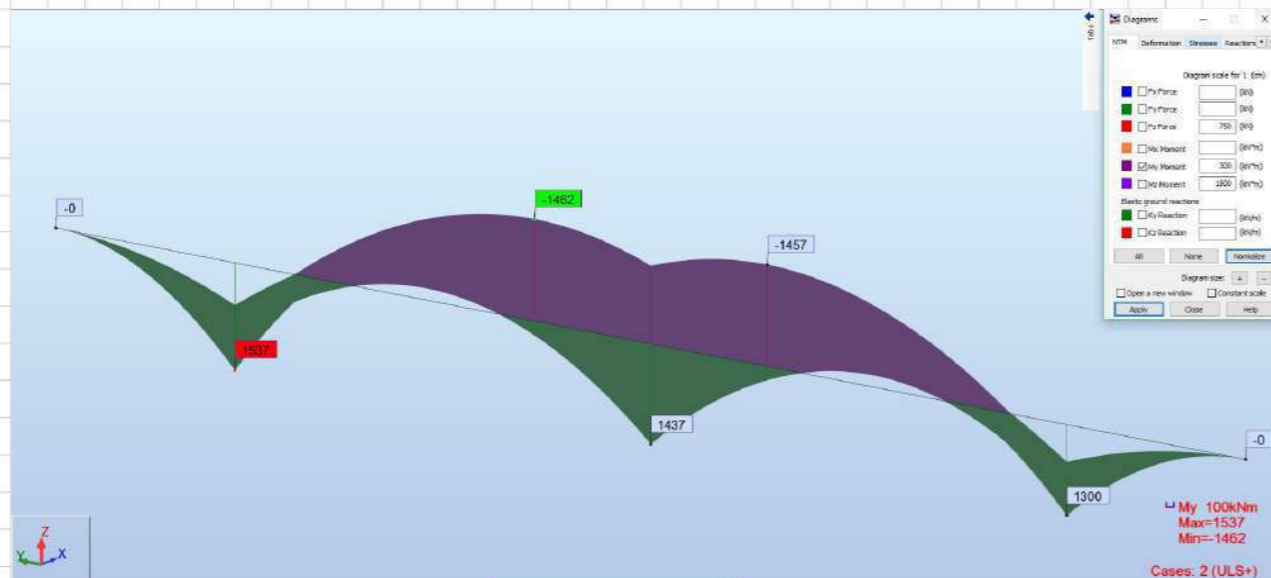
TENSIÓN MÁXIMA = 754 kN/m / 4.50m 168 kPa (1.7 kp/cm²)

TENSIÓN MÍNIMA = 444 kN/m / 4.50m 99 kPa (1.0 kp/cm²)



> Resumen de Esfuerzos de Diseño: ELU

*) Esfuerzos de Flexión PPAL (My, Vz):



> Comprobación ELU FLEXIÓN SIMPLE:

Sección: CIMENT_PILA

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

x [m]	0.104	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	0.8	M_u [kN·m]	3667.8
1/x [km ⁻¹]	7.5	$\epsilon_i \cdot 10^{-3}$	-10.5		

Deformación y tensión de armaduras:

Profundidad (m)	Armadura (cm ²)	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.065	0.0	0.3	0.0
1.435	60.3	-10.0	434.8

A sup. (cm²) 0.0
A inf. (cm²) 60.3

> Comprobación ELU CORTANTE:

Sección: CIMENT_PILA

Comprobación

Inclinación de las bielas: $\text{ctg } \theta = 1.0$ θ [°] 45

Inclinación de las armaduras: α [°] 90.0

Con armadura de corte
 Sin armadura de corte

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
 Diámetro de la armadura comprimida ϕ [mm] 12

Axil de cálculo (compresión +)
 Nd [kN] 0
 σ_{cd} [MPa] 0.0
 Pcomprimida [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa] 0.0
 σ_{yd} [MPa] 0.0
 θ_e [°] 45.0

Cortante de agotamiento de las bielas	Vu1 [kN]	32400.0
Cortante de agotamiento de los tirantes	Vu2 [kN]	2605.4
Contribución del hormigón a la resistencia	Vcu [kN]	2605.4
Contribución de la armadura transversal	Vsu [kN]	0.0
Resistencia a cortante	Vu [kN]	2605.4

ϕ [mm] 8
 et [m] 0.20
 n° ramas 2 A_{α} [cm²/m] 0.0





PS PO-400 - ANEJO DE CÁLCULO



PS PO-400 - ANEJO DE CÁLCULO

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRIBOS

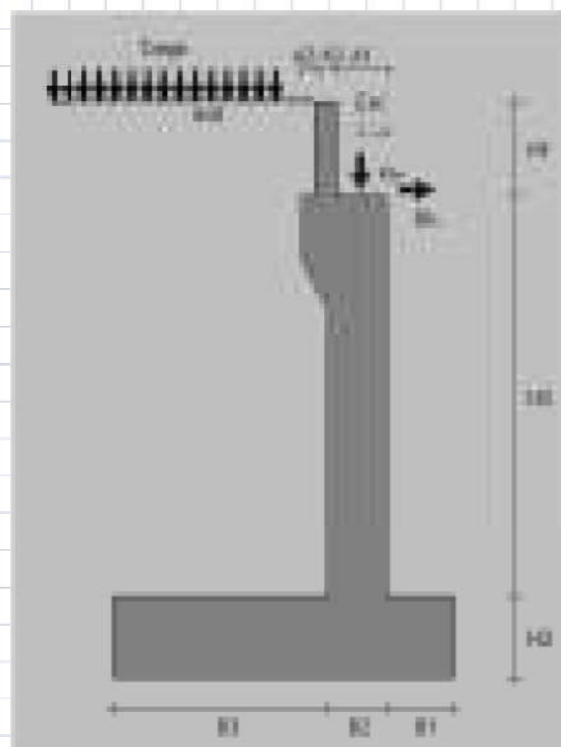


(*) TABLERO PASO INFERIOR PO-400: ESTRIBOS (*)

1) INTRODUCCIÓN

Del modelo de cálculo del Reparto de Acciones Horizontales se obtienen los esfuerzos de diseño (ELU y ELS) sobre el Estribo. A partir de estos resultados se comprueba la Estabilidad del cuerpo del Estribo y se obtienen las armaduras en Alzado y Cimentación del mismo.

A continuación mostramos una vista 3D del Modelo de Cálculo empleado:



H1	1.20	A1	0.90	B1	2.00
H2	6.70	A2	0.30	B2	0.80
H3	1.00	A3	0.30	B3	3.20
H4	0.55	Exc	0.40		



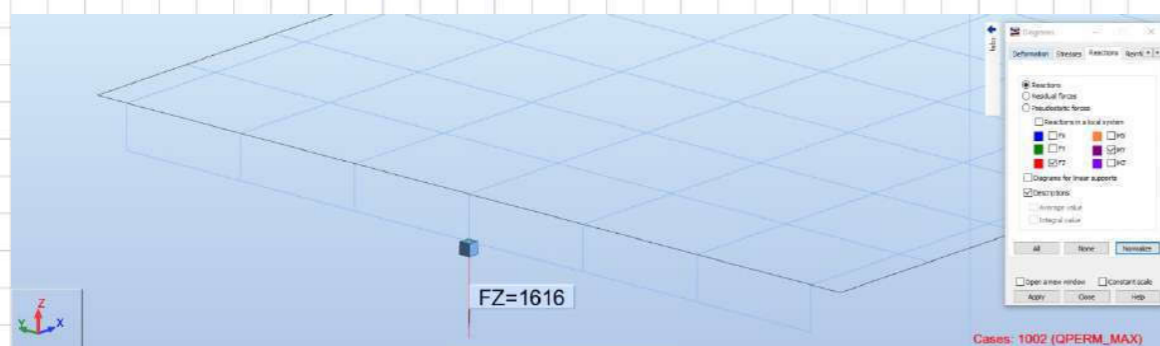
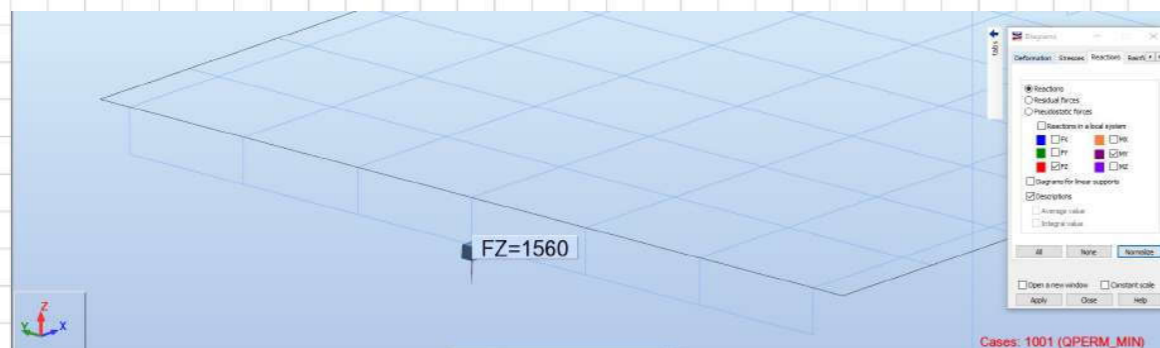
2) ACCIONES DE CÁLCULO

REACCIONES CUERPO DEL ESTRIBO (POR m):

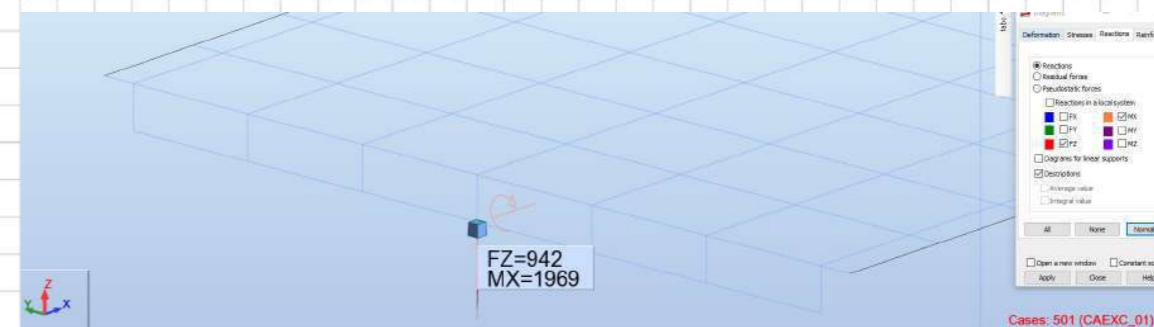
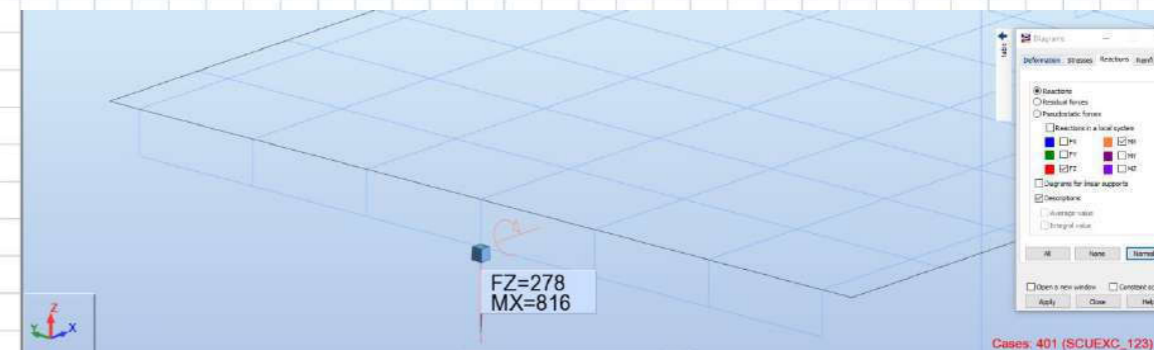
Bestribo = 15.150 m									
VERTICALES	N (kN)	M (mKN)	exc (m)	B/6	Breparto (m)	Feq (kN/m)	Funif (kN/m)	Δ %	
CPERM_MIN:	1560	0	0.000	2.525	15.150	103.0	103.0	0.0	
CPERM_MAX:	1616	0	0.000	2.525	15.150	106.7	106.7	0.0	
SC_EXCÉNTRICA:	278	816	0.444	2.525	14.262	19.5	18.3	6.2	
CA_EXCÉNTRICA:	942	1969	0.787	2.525	13.576	69.4	62.2	11.6	
SC_CENTRADA:	360	24	0.013	2.525	15.125	23.8	23.8	0.2	
CA_CENTRADA:	1140	595	0.220	2.525	14.709	77.5	75.2	3.0	
HORIZONTALES	F (kN)				Breparto (m)	Feq (kN/m)			
REOLÓGICAS:	173				15.150	11.4			
TEMPERATURA:	102				15.150	6.7			
FRENADO:	133				15.150	8.8			

> Resumen de Reacciones_VERTICALES: ELS

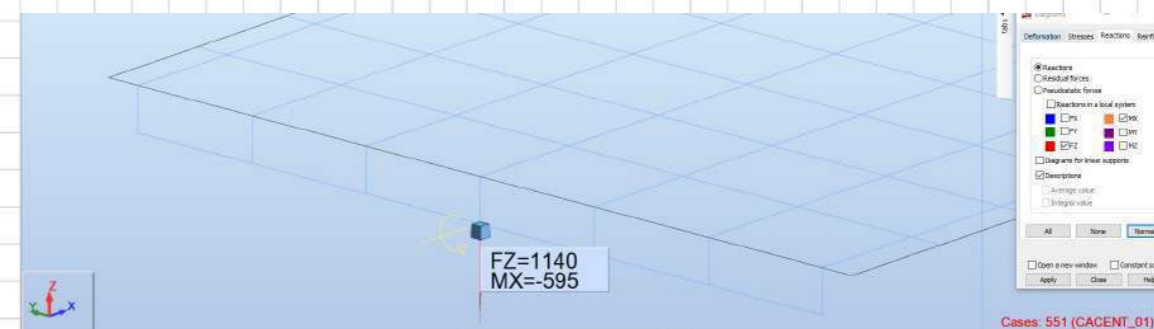
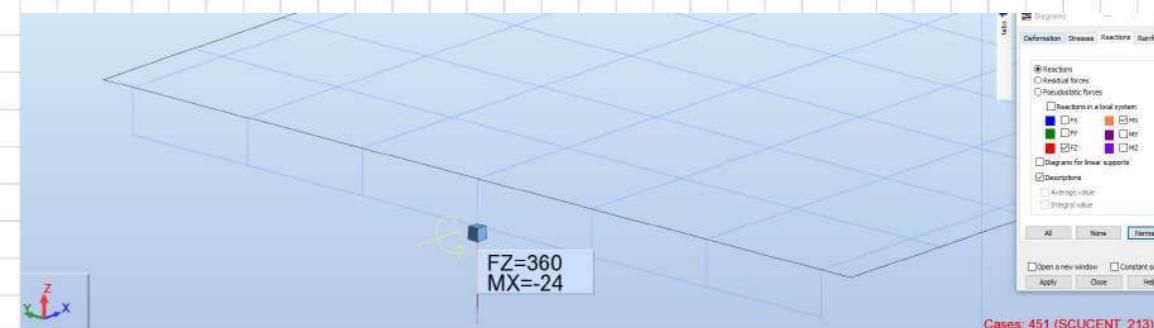
a) CARGA PERMANENTE MÍN/MÁX:



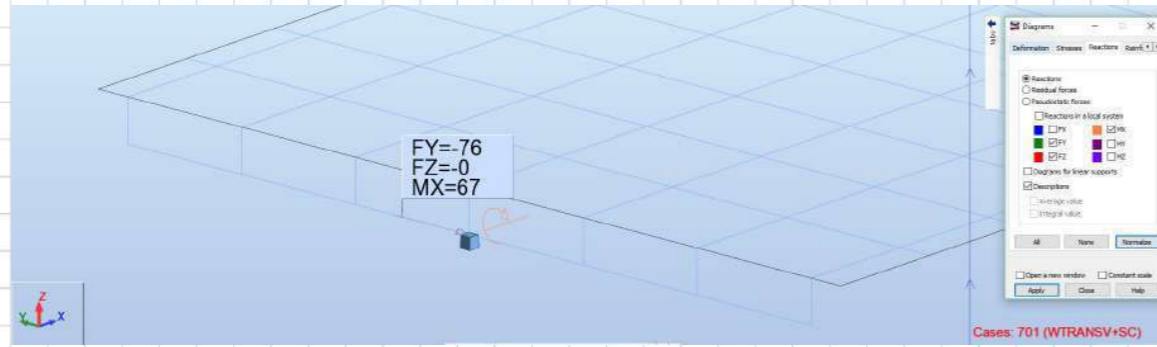
b) SOBRECARGA DE USO / CARRO_POSICIÓN EXCÉNTRICA:



c) SOBRECARGA DE USO / CARRO_POSICIÓN CENTRADA:

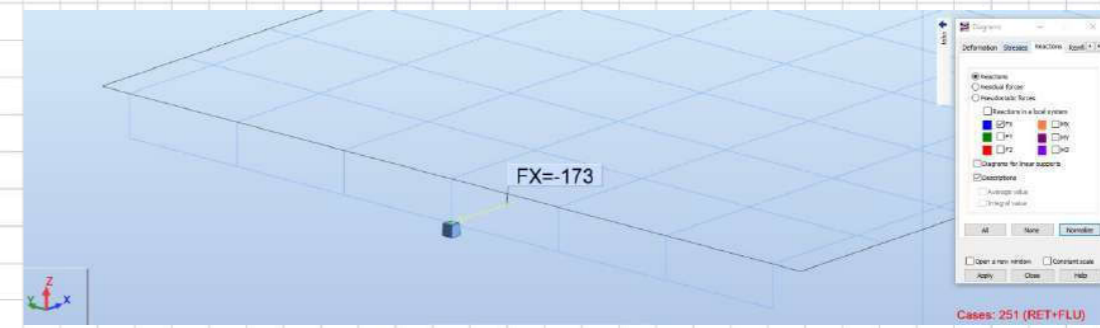


d) VIENTO TRANSVERSAL CONCOMITANTE CON SOBRECARGA:

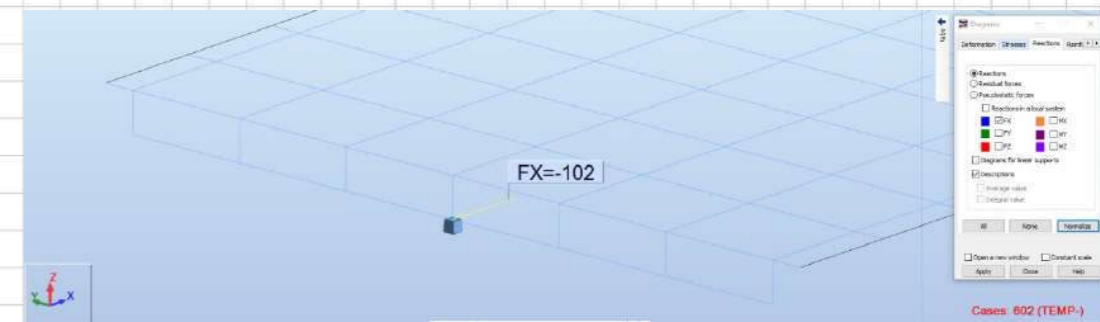


> Resumen de Reacciones_HORIZONTALES: ELS

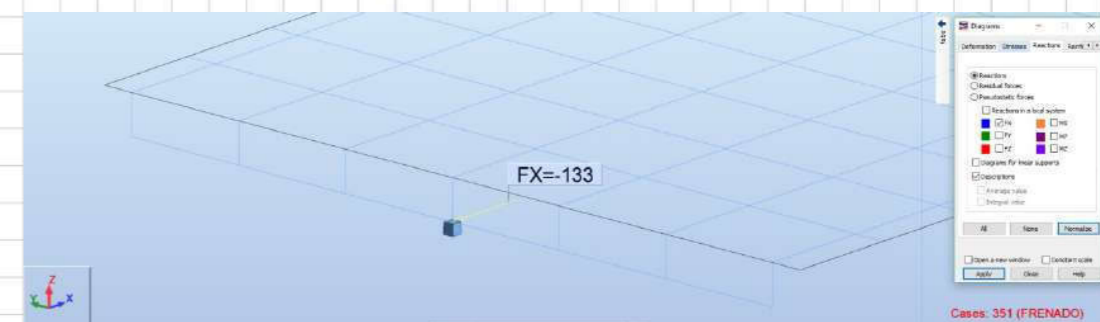
a) REOLÓGICAS:



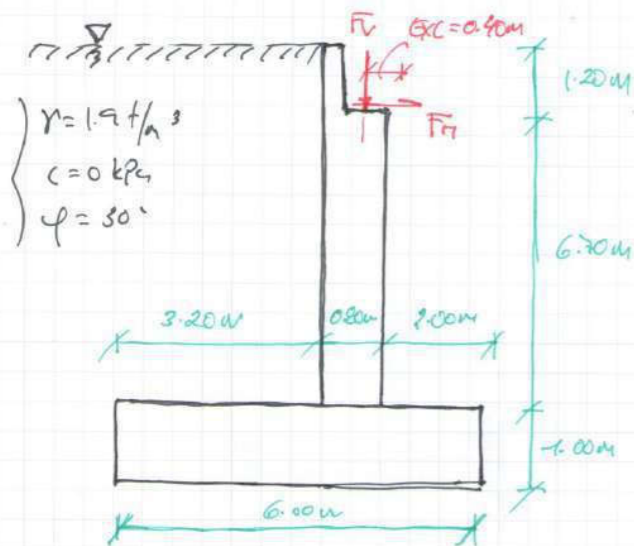
b) TEMPERATURA (-):



b) FRENADO:



3) COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD

 • GEOMETRIA TIPO - ESTRIBO:

 • ESTRIBOS POR DETRO DE MURO: (SECC TIPO)

$$\oplus \left\{ \begin{aligned} PP_1 &= (6.70 \times 0.80 + 1.20 \times 0.30) \times 25 = 143 \text{ kN/m} \downarrow \\ PP_2 &= (6.00 \times 1.00) \times 25 = 150 \text{ kN/m} \downarrow \end{aligned} \right.$$

$$\oplus \left\{ \begin{aligned} \text{WATEROS} &= [3.20 \times 4.50] \times 19 = 480 \text{ kN/m} \downarrow \\ \text{ESTRIBOS} &= \left(\frac{1}{2} \times 1.9 \times 8.90^2\right) \times 0.333 = 251 \text{ kN/m} \rightarrow \end{aligned} \right.$$

$$\oplus \left\{ \begin{aligned} \text{SC TRANSIS} &= (3.20 \times 10) = 32 \text{ kN/m} \downarrow \\ \text{ESC TRANSIS} &= (10 \times 8.70) \times 0.333 = 30 \text{ kN/m} \rightarrow \end{aligned} \right.$$

 • EFUERZAS POR DETRO DE MURO: REACCIONES TOBLERO

$$\oplus \left\{ \begin{aligned} \text{CPIERNA-DA} &= 103 \text{ kN/m} \downarrow \\ -\text{DA} &= 107 \text{ kN/m} \downarrow \\ \text{REOL} &= 11. \text{ kN/m} \rightarrow \end{aligned} \right.$$

$$\oplus \left\{ \begin{aligned} \text{SC-EXCENTRIG} &= 89 \text{ kN/m} \downarrow \\ \text{SC-CONTRADA} &= 101 \text{ kN/m} \downarrow \\ \text{FRUJADO} &= 9 \text{ kN/m} \rightarrow \end{aligned} \right.$$

$$\oplus \text{TEMPERATURA} = 7 \text{ kN/m} \rightarrow$$

 • REACCION DE ESTRIBOS - PUNTERO

 a) ESTRIBO SIN TOBLERO:

$$\downarrow \oplus: 143 + 150 + 480 = 773 \text{ kN/m} \downarrow$$

$$\rightarrow \oplus: 143 \times (2 + 0.80) + 150 \times \left(\frac{6}{2}\right) + 480 \times \left(2 + 0.80 + \frac{1.20}{2}\right) = 2505 \text{ m kN/m} \rightarrow$$

$$\rightarrow \oplus: 251 \times \frac{(1 + 6.70 + 1.20)}{3} = 745 \text{ m kN/m} \rightarrow$$

$$\text{CSV} = \frac{2505}{745} = 3.9 \checkmark \quad \text{CSD} = \frac{773 \times \tan(30)}{251} = 1.78 \checkmark$$



b) EJECUCIÓN EN SERVICIO: SOBRECARGO MÁXIMO

$$V \downarrow +: 773 + 107 + 101 = \underline{981 \text{ kN/m}} \downarrow$$

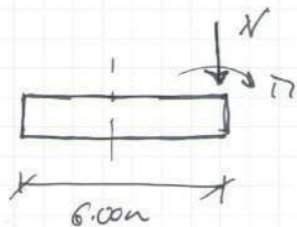
$$\overline{M} \leftarrow +: 2505 + (107 + 101) \times (2 + 0.80) = \underline{3404 \text{ m kN}} \leftarrow$$

$$E \rightarrow +: 251 + 11 + 9 = \underline{271 \text{ kN/m}} \rightarrow$$

$$\overline{M} \leftarrow +: 745 + (11 + 9) \times (1 + 6.70) = \underline{773 \text{ m kN}} \leftarrow$$

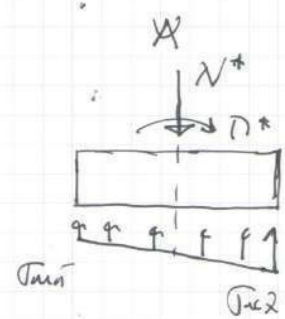
$$\boxed{CSV = \frac{3404}{773} = 4.40 \checkmark \quad CSD = \frac{981(6.90)}{271} = 2.09 \checkmark}$$

c) TENSIONES MÁXIMAS EN CIMENTACIÓN: SOBRECARGO MÁXIMO



$$N = 981 \text{ kN/m} \downarrow$$

$$\overline{M} = 773 - 3404 = -2631 \text{ m kN} \leftarrow$$



$$\left\{ \begin{array}{l} N^* = 981 \text{ kN/m} \\ \overline{M}^* = -2631 + 981 \times \frac{6}{2} = 312 \text{ m kN} \end{array} \right.$$

$$\sigma_{\max} = \frac{981}{6 \times 1} + \frac{6 \times 312}{1 \times 6^2} = 216 \text{ kPa} \checkmark$$

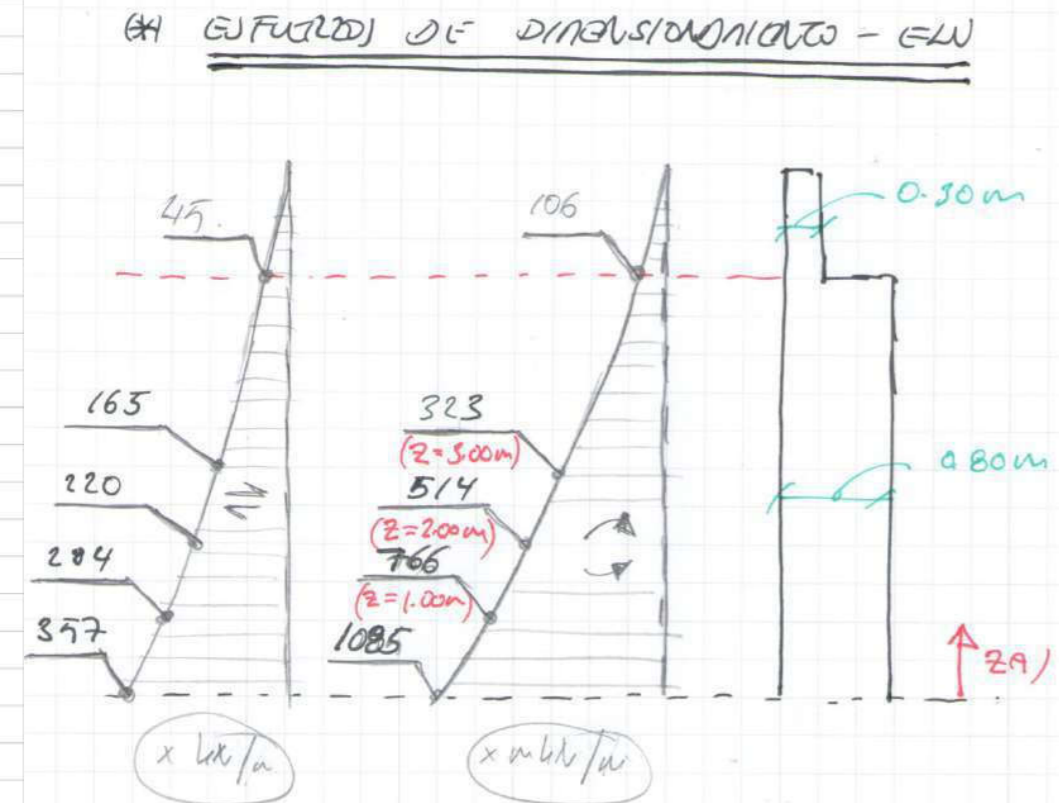
$$\sigma_{\min} = \frac{981}{6 \times 1} - \frac{6 \times 312}{1 \times 6^2} = 112 \text{ kPa} \checkmark$$

$$\sigma_{\text{med}} \approx 164 \text{ kPa} \checkmark$$

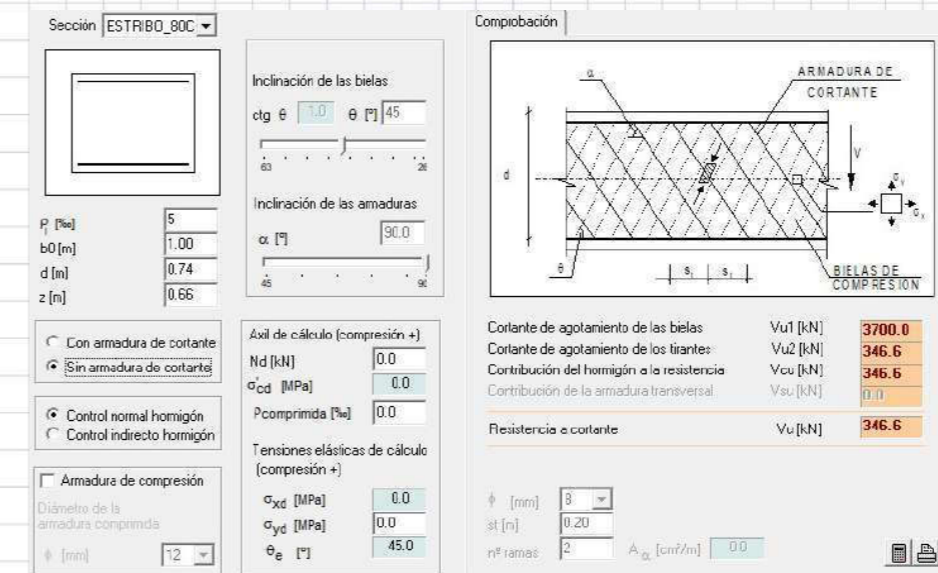
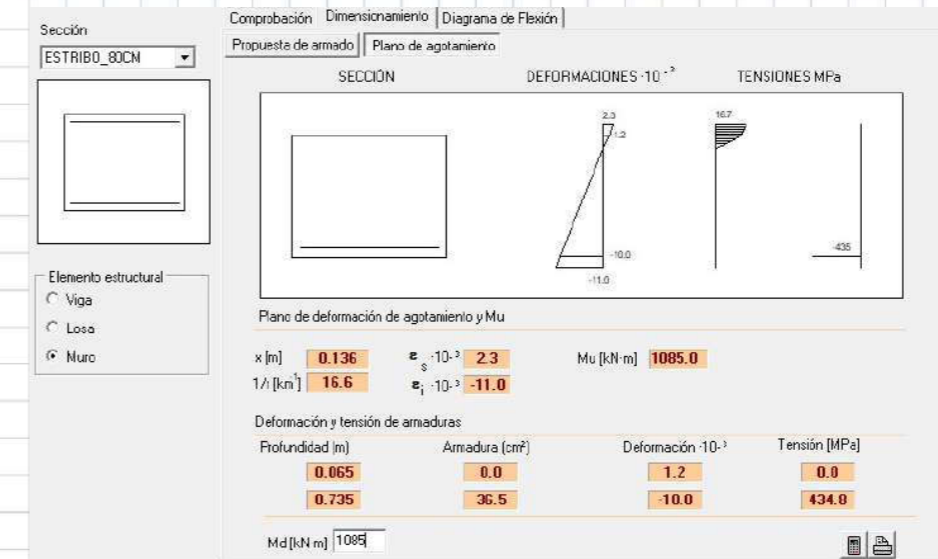


4.1) DIMENSIONAMIENTO DEL ALZADO DEL MURO (ELU)

> ENVOLVENTE de ESFUERZOS en el ALZADO DEL MURO:



> Comprobación SECCIÓN ARRANQUE:



> Comprobación SECCIÓN Z=+2.50m:

Sección: ESTRIB0_80CM

Comprobación: Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

Propuesta de armado: Plano de agotamiento

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

x [m] 0.076 $\epsilon_s \cdot 10^{-3}$ 1.2 M_u [kN·m] 419.0
 $1/x$ [1/m] 15.2 $\epsilon_s \cdot 10^{-3}$ -11.0

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.065	0.0	0.2	0.0
0.735	13.6	-10.0	434.8

M_d [kN·m] 419

Sección: ESTRIB0_80CM

Comprobación

Inclinación de las bielas: $\cot \theta$ 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras: α [°] 90.0

ρ [%] 2
 b_0 [m] 1.00
 d [m] 0.74
 z [m] 0.66

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión

Díametro de la armadura comprimida: ϕ [mm] 12

Avil de cálculo (compresión +)
 N_d [kN] 0.0
 σ_{cd} [MPa] 0.0
 ρ comprimida [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa] 0.0
 σ_{yd} [MPa] 0.0
 θ_e [°] 45.0

Cortante de agotamiento de las bielas: V_{u1} [kN] 3700.0
 Cortante de agotamiento de los tirantes: V_{u2} [kN] 346.6
 Contribución del hormigón a la resistencia: V_{cu} [kN] 346.6
 Contribución de la armadura transversal: V_{su} [kN] 0.0

Resistencia a cortante: V_u [kN] 346.6

ϕ [mm] 8
 s_t [m] 0.20
 n° ramas: 2 Λ_a [cm²/m] 0.0

> Comprobación SECCIÓN MURETE:

Sección: MURETE_30CM

Comprobación: Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

Propuesta de armado: Plano de agotamiento

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

x [m] 0.041 $\epsilon_s \cdot 10^{-3}$ 2.0 M_u [kN·m] 106.0
 $1/x$ [1/m] 47.7 $\epsilon_s \cdot 10^{-3}$ -12.3

Profundad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.050	0.0	-0.4	0.0
0.250	10.4	-10.0	434.8

M_d [kN·m] 106

Sección: MURETE_30CM

Comprobación

Inclinación de las bielas: $\cot \theta$ 1.0 θ [°] 45

Inclinación de las armaduras: α [°] 90.0

ρ [%] 4
 b_0 [m] 1.00
 d [m] 0.25
 z [m] 0.22

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión

Díametro de la armadura comprimida: ϕ [mm] 12

Avil de cálculo (compresión +)
 N_d [kN] 0.0
 σ_{cd} [MPa] 0.0
 ρ comprimida [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa] 0.0
 σ_{yd} [MPa] 0.0
 θ_e [°] 45.0

Cortante de agotamiento de las bielas: V_{u1} [kN] 1250.0
 Cortante de agotamiento de los tirantes: V_{u2} [kN] 163.0
 Contribución del hormigón a la resistencia: V_{cu} [kN] 163.0
 Contribución de la armadura transversal: V_{su} [kN] 0.0

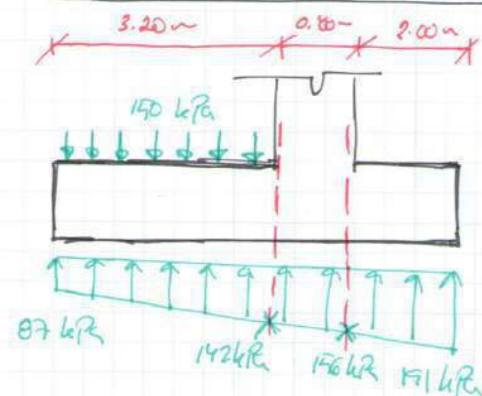
Resistencia a cortante: V_u [kN] 163.0

ϕ [mm] 8
 s_t [m] 0.20
 n° ramas: 2 Λ_a [cm²/m] 0.0



4.2) DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA DEL MURO (ELU)

Comprobación de la capacidad:



$$\cdot) \text{PUNTERAS} \approx \left[(156 \times 2) \times \frac{2}{2} + \left(\frac{1}{2} \times 35 \times 2 \right) \times \frac{2}{3} \times 2 \right] \times 1.5 = 538 \text{ kN/m}$$

$$\sqrt{\text{PUNTERAS}} \approx \left[\frac{156 + 191}{2} \times 2 \right] \times 1.5 = 520 \text{ kN/m}$$

$$\cdot) \text{TRABAZÓN} \approx \left[(170 - 87) \times 3.20 \times \frac{3.20}{2} + \left(\frac{1}{2} \times 35 \times 3.20 \right) \times \frac{1}{3} \times 3.20 \right] \times 1.5 = 625 \text{ kN/m}$$

$$\sqrt{\text{TRABAZÓN}} \approx \left[(170 - 87) \times 3.20 - \left(\frac{1}{2} \times 35 \times 3.20 \right) \right] \times 1.5 = 170 \text{ kN/m}$$

> Comprobación SECCIÓN PUNTERA:

Sección: ZAPATA_100CM

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y Mu

x [m] 0.093 $\epsilon_c \cdot 10^{-3}$ 1.1 Mu [kN·m] 631.5

1.1 [kN] 11.9 $\epsilon_s \cdot 10^{-3}$ -10.8

Deformación y tensión de armaduras:

Profundidad (m)	Armadura (cm ²)	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión (MPa)
0.065	0.0	0.3	0.0
0.935	16.1	-10.0	434.8

A sup. (cm²) 0.0
A inf. (cm²) 16.1

Sección: ZAPATA_100C

Comprobación | Dimensionamiento

Inclinación de las bielas: $\text{ctg } \theta = 1.0$, $\theta [^\circ] = 45$

Inclinación de las armaduras: $\alpha [^\circ] = 90.0$

ϕ [mm]	$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$
s [m]	0.10	0.20	0.30	0.30
n ^o ramas	4	4	4	4
A _w [cm ² /m]	11.3	10.1	10.5	15.1
TIPO	2	2	2	2
V _{su} [kN]	382.7	340.2	354.4	510.3
Vu2 [kN]	—	—	—	—

TIPO 1:

TIPO 2:

Axil de cálculo (compresión +):
Nd [kN] 0.0
 σ_{cd} [MPa] 0.0
Pcompresión [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +):
 σ_{xd} [MPa] 0.0
 σ_{yd} [MPa] 0.0
 $\theta_e [^\circ]$ 45.0

Vu1 [kN] 4700.0 Vu2 [kN] 234.9 A_w [cm²/m] 8.5
Cuantía mínima

Vd [kN] 520



> Comprobación SECCIÓN TALÓN:

Sección: ZAPATA_100CM

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

x [m]	0.093	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	1.1	M_u [kN·m]	631.5
$1/x$ [km ²]	11.9	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	-10.8		

Deformación y tensión de armaduras:

Profundidad (m)	Armadura (cm ²)	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión (MPa)
0.065	0.0	0.3	0.0
0.935	16.1	-10.0	434.8

A sup. (cm²): 0.0
A inf. (cm²): 16.1

Sección: ZAPATA_100C

Inclinación de las bielas: $\text{ctg } \theta = 1.0$ θ [°]: 45

Inclinación de las armaduras: α [°]: 90.0

ρ [%]: 2
b [m]: 1.00
d [m]: 0.94
z [m]: 0.04

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
Diámetro de la armadura comprimida: 12 [mm]

Axil de cálculo (compresión +)
Nd [kN]: 0.0
C'cd [MPa]: 0.0
Pcomprimida [%]: 0.0
Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{sd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 θ_c [°]: 45.0

Comprobación

Cotante de agotamiento de las bielas: V_{u1} [kN]: 4700.0
Cotante de agotamiento de los tirantes: V_{u2} [kN]: 415.1
Contribución del hormigón a la resistencia: V_{cu} [kN]: 415.1
Contribución de la armadura transversal: V_{au} [kN]: 0.0

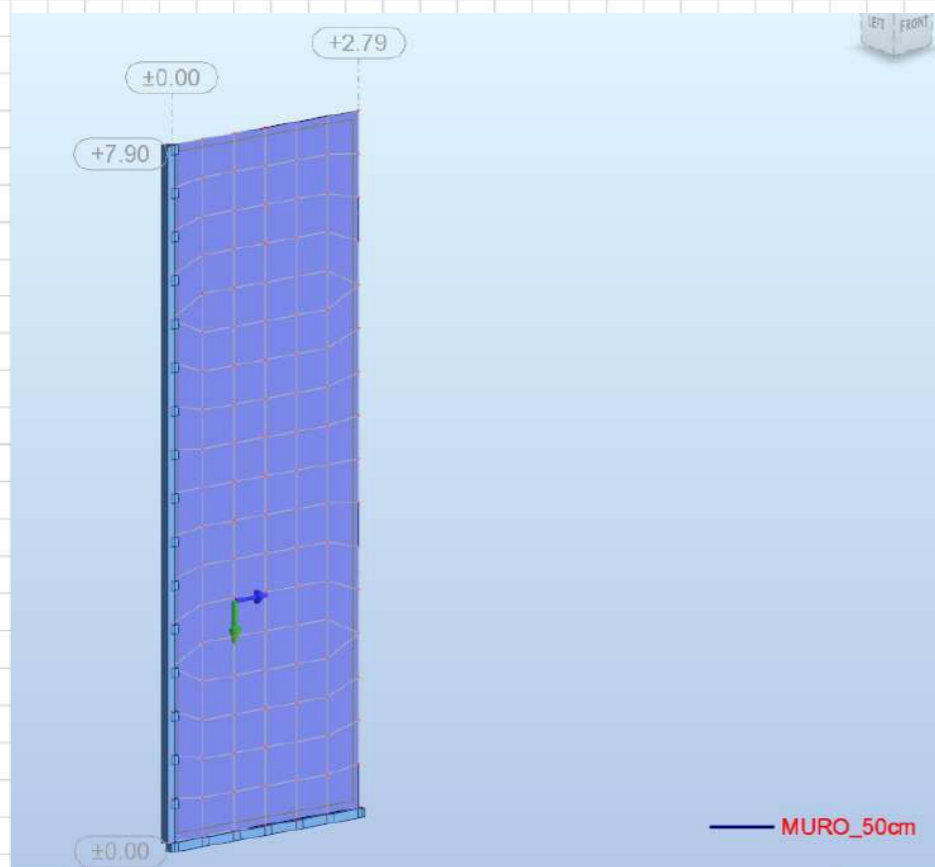
Resistencia a cortante: V_u [kN]: 415.1

ϕ [mm]: 8
 s_f [m]: 0.20
 n° barras: 2 A_{s2} [cm²/m]: 0.0



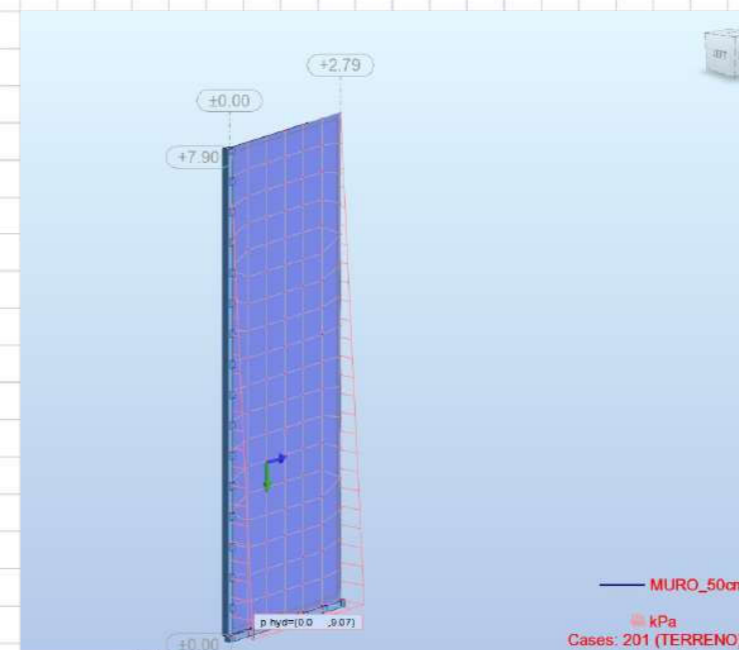
4.2) DIMENSIONAMIENTO DEL MURO EN VUELTA (ELU)

> Modelo de Cálculo para el Dimensionamiento del Muro en Vuelta:

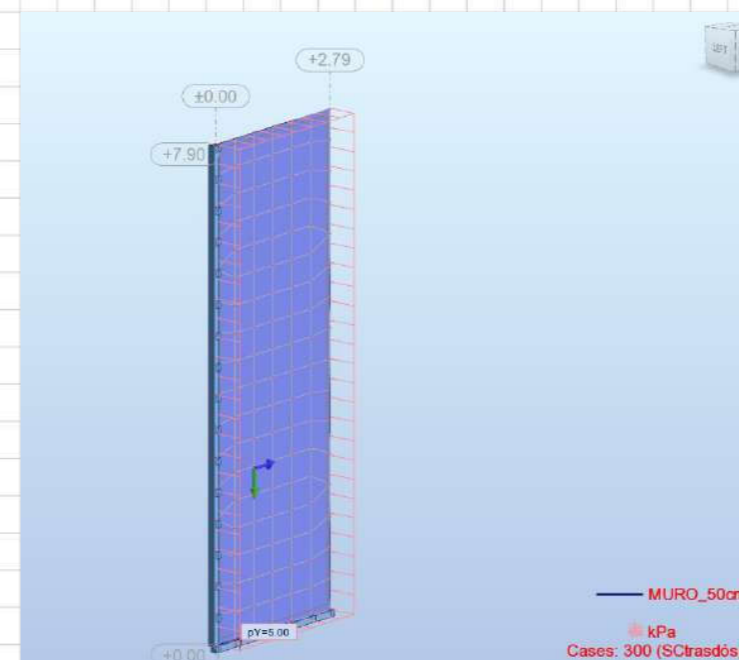


> Cargas Consideradas:

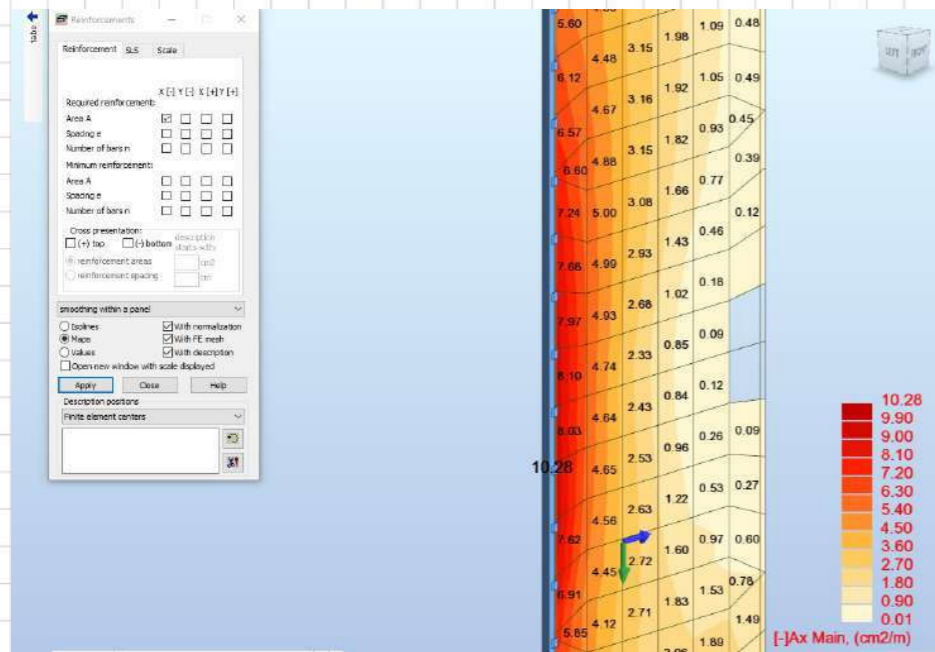
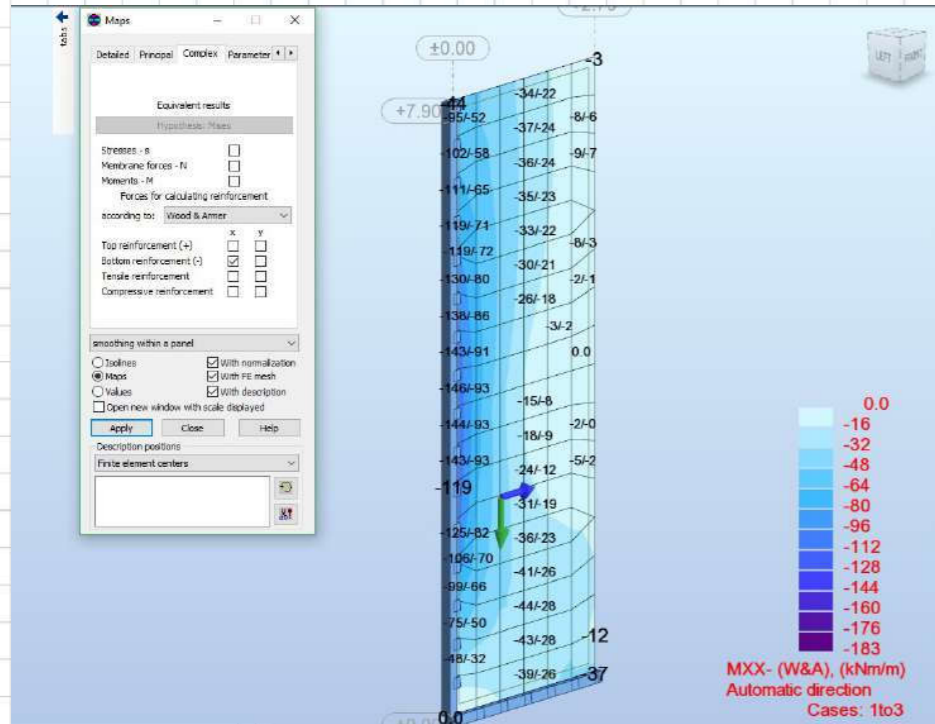
a) Empuje AL REPOSO del Terreno:



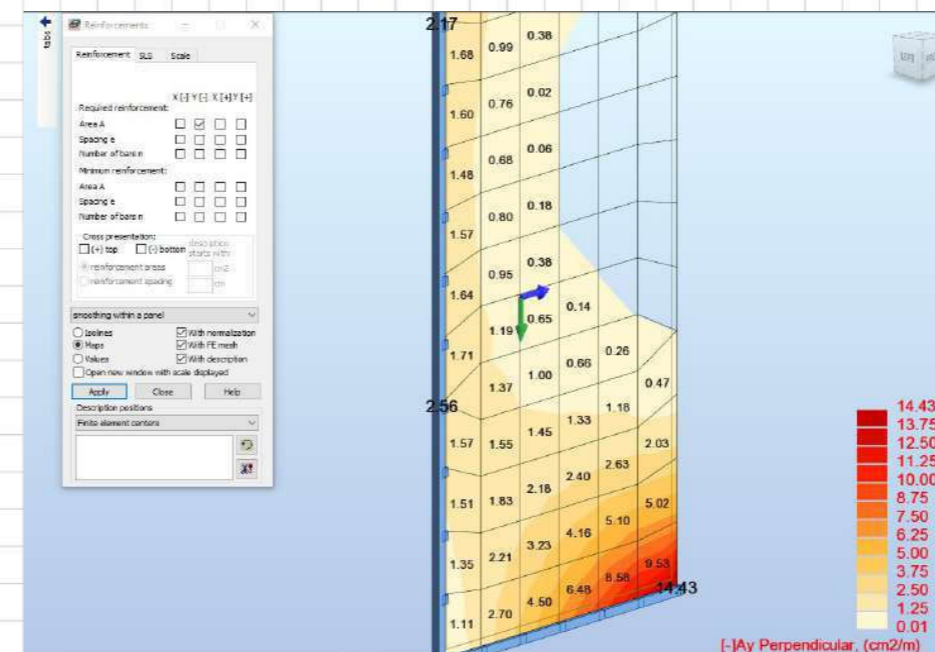
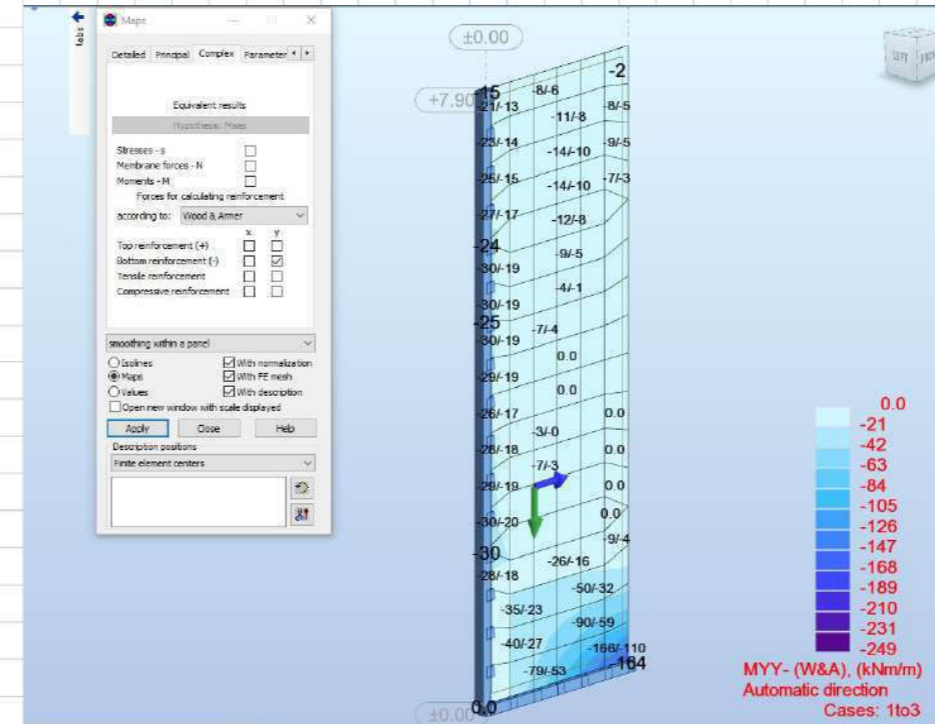
b) Sobrecarga de Uso en Trasdós (10.0 kN/m²):



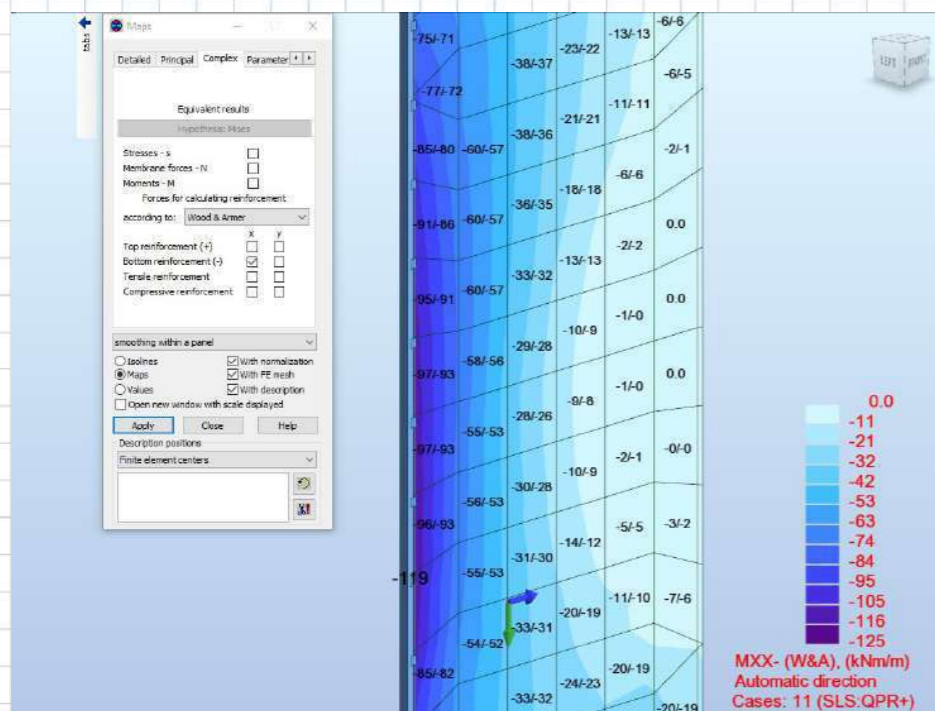
> Esfuerzos de Diseño ELU: Armadura HORIZONTAL Cara Interior



> Esfuerzos de Diseño ELU: Armadura VERTICAL Cara Interior



> Esfuerzos de Fisuración ELS QPERM: Armadura HORIZONTAL Cara Interior



Sección: MURDQUELTA_50CM

Definición específica del armado

nº de capas: 1
φ [mm]: 16

Separación media entre fisuras s_m [mm]: 140.0
Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [%]: 0.40
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración del hormigón σ_{sr} [MPa]: 150.0
Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa]: 152.9

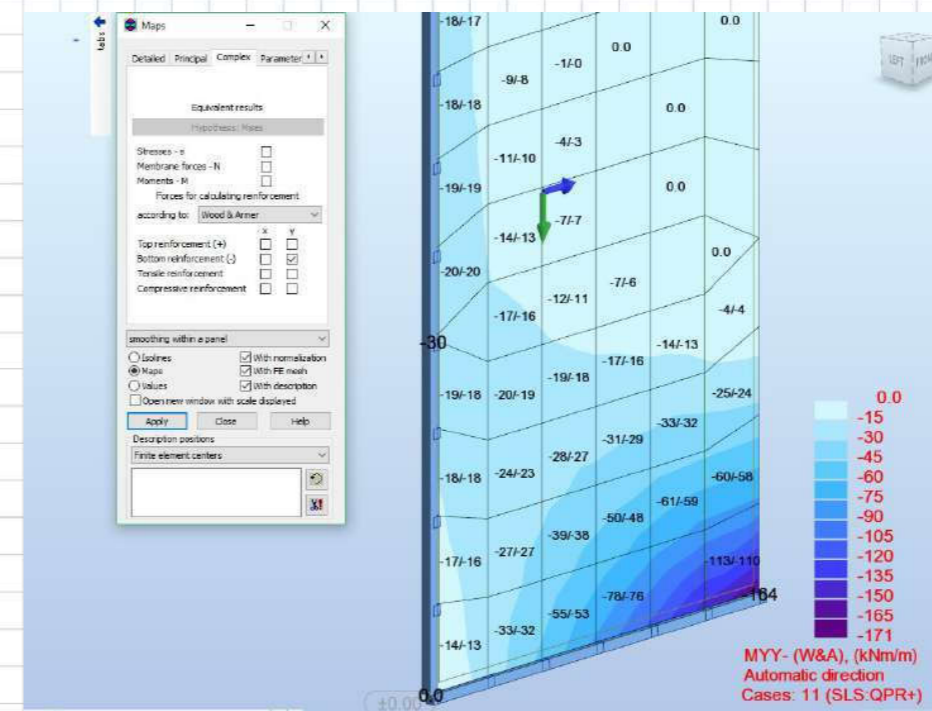
Abertura característica de fisura w_k [mm]: 0.09

Valores máximos de la abertura de fisura

Clase de exposición	w max. [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2'
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

(1) Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación de acciones cuasipermanentes

> Esfuerzos de Fisuración ELS QPERM: Armadura VERTICAL Cara Interior



Sección: MURDQUELTA_50CM

Definición específica del armado

nº de capas: 1
φ [mm]: 16

Separación media entre fisuras s_m [mm]: 140.0
Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [%]: 0.40
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración del hormigón σ_{sr} [MPa]: 150.0
Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa]: 152.9

Abertura característica de fisura w_k [mm]: 0.09

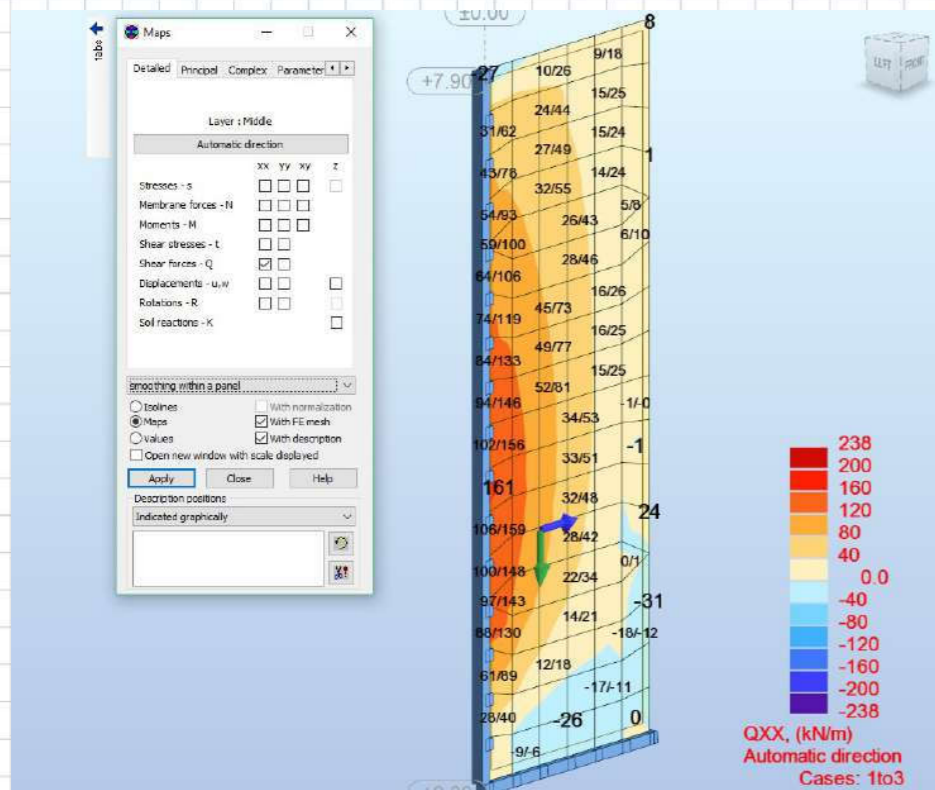
Valores máximos de la abertura de fisura

Clase de exposición	w max. [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2'
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

(1) Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación de acciones cuasipermanentes



> COMPROBACIÓN ELU CORTANTE - FLEXIÓN HORIZONTAL:



Sección: MURDUELTZ

Inclinación de las bielas: $\text{ctg } \theta = 1.0$, $\theta = 45^\circ$

Inclinación de las armaduras: $\alpha = 90.0^\circ$

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
 Diámetro de la armadura comprimida: $\phi = 12$

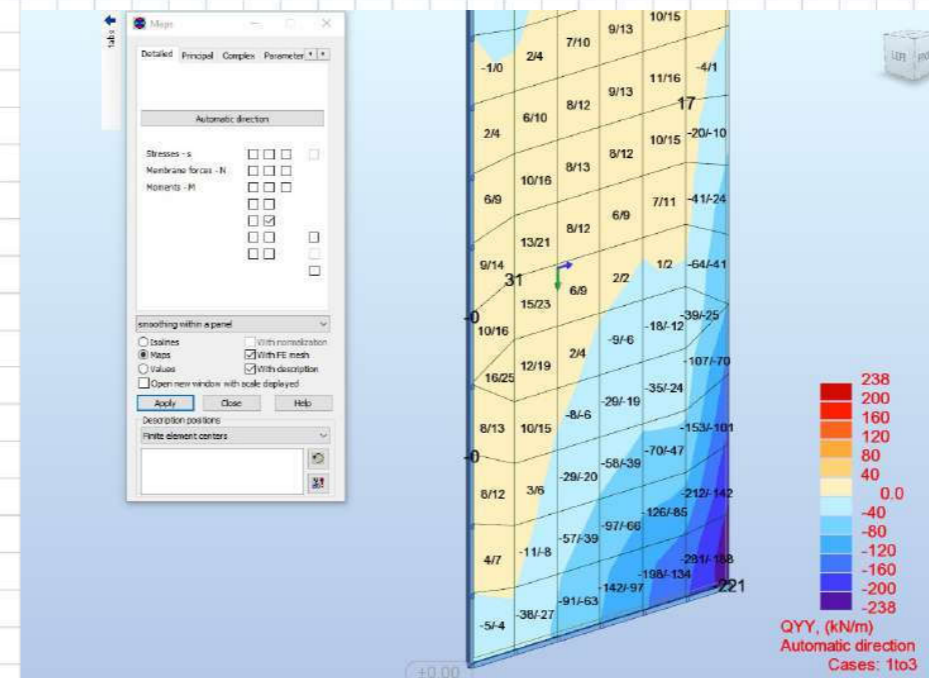
Axil de cálculo (compresión +)
 N_d [kN]: 0.0
 σ_{cd} [MPa]: 0.0
 $P_{comprimida}$ [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 θ_e [°]: 45.0

Comprobación:

- Cortante de agotamiento de las bielas: V_{u1} [kN] 2200.0
- Cortante de agotamiento de los trantes: V_{u2} [kN] 238.3
- Contribución del hormigón a la resistencia: V_{cu} [kN] 238.3
- Contribución de la armadura transversal: V_{su} [kN] 0.0
- Resistencia a cortante: V_u [kN] 238.3

> COMPROBACIÓN ELU CORTANTE - FLEXIÓN VERTICAL:



Sección: MURDUELTZ

Inclinación de las bielas: $\text{ctg } \theta = 1.0$, $\theta = 45^\circ$

Inclinación de las armaduras: $\alpha = 90.0^\circ$

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
 Diámetro de la armadura comprimida: $\phi = 12$

Axil de cálculo (compresión +)
 N_d [kN]: 0.0
 σ_{cd} [MPa]: 0.0
 $P_{comprimida}$ [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 θ_e [°]: 45.0

Comprobación:

- Cortante de agotamiento de las bielas: V_{u1} [kN] 2200.0
- Cortante de agotamiento de los trantes: V_{u2} [kN] 238.3
- Contribución del hormigón a la resistencia: V_{cu} [kN] 238.3
- Contribución de la armadura transversal: V_{su} [kN] 0.0
- Resistencia a cortante: V_u [kN] 238.3



4.3) DIMENSIONAMIENTO DE LAS ALETAS (ELU)

> Módulo TIPO 1 (H > 5.00m):

Cálculo de muros en ménsula: ALZADO DEL MURO.

1) Definición geométrica y parámetros de cálculo:

- Definición del alzado:

Altura del muro:	$H_{tot} := 7.00 \text{ m}$
Incremento altura de tierras:	$\Delta H := 1.0 \text{ m}$
Canto coronación:	$h_{cor} := 0.25 \text{ m}$
Ángulo talud trasdós muro:	$\alpha := 86.2^\circ$

- Características del terreno:

Peso específico del terreno:	$\gamma := 18.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
Ángulo de rozamiento interno:	$\phi := 30.1^\circ$
Ángulo talud terreno:	$\beta := 30.0001^\circ$
Ángulo rozamiento muro-terreno:	$\delta := 0.0^\circ$

- Sobrecargas:

Sobrecarga de tráfico:	$q := 10.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
------------------------	--

2) Cálculo de los coeficientes de empuje (Ley de Coulomb):

- Coeficiente de empuje activo (talud inclinado β°):

$$K_\beta := \frac{\sin(\alpha + \phi)^2}{\sin(\alpha)^2 \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right)^2}$$

$K_\beta = 0.761$

- Coeficiente de empuje activo (talud horizontal $\beta = 0^\circ$):

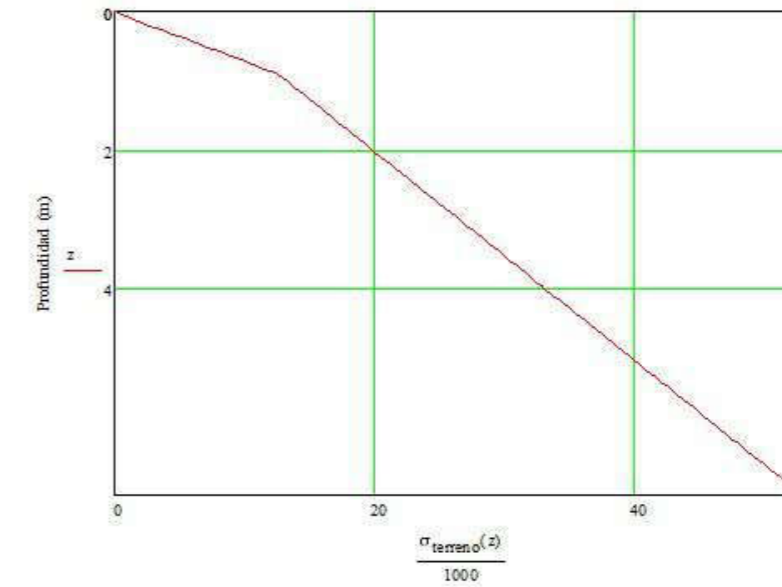
$$K_0 := \frac{\sin(\alpha + \phi)^2}{\sin(\alpha)^2 \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha)} \right)^2}$$

$K_0 = 0.358$

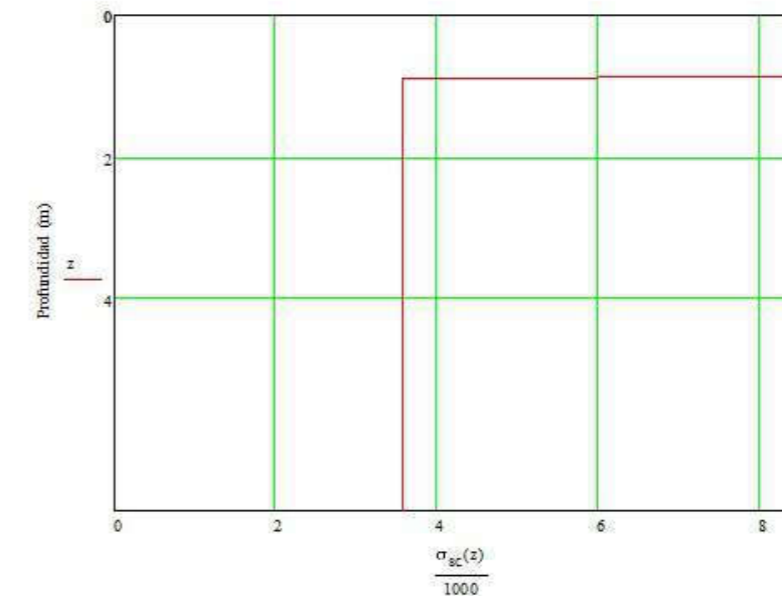
3) Obtención de la ley de empujes del terreno:

$d = 0.89 \text{ m}$ LeyEmpujes = "Bilineal"

- Ley de presiones horizontales (TERRENO) en kPa

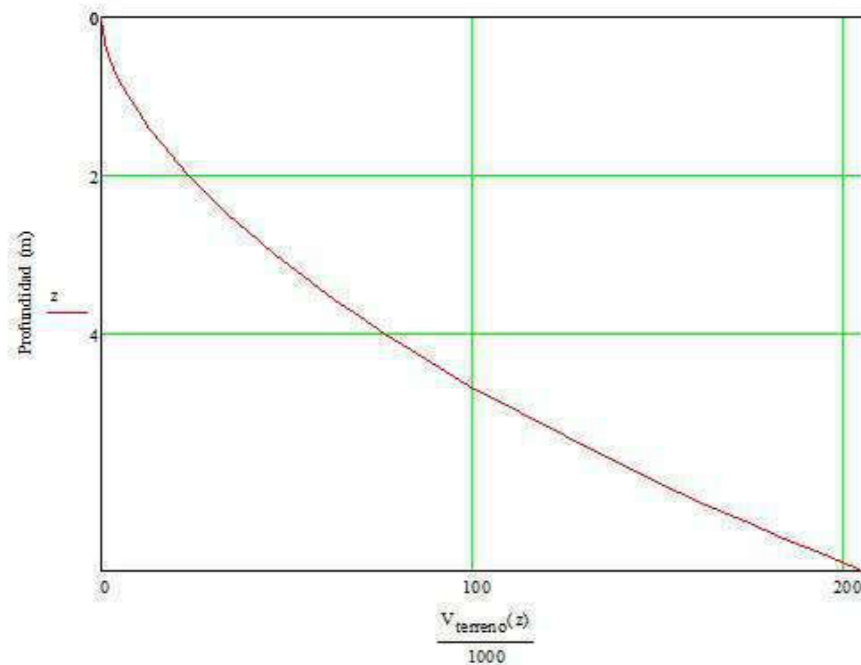


- Ley de presiones horizontales (SOBRECARGA) en kPa

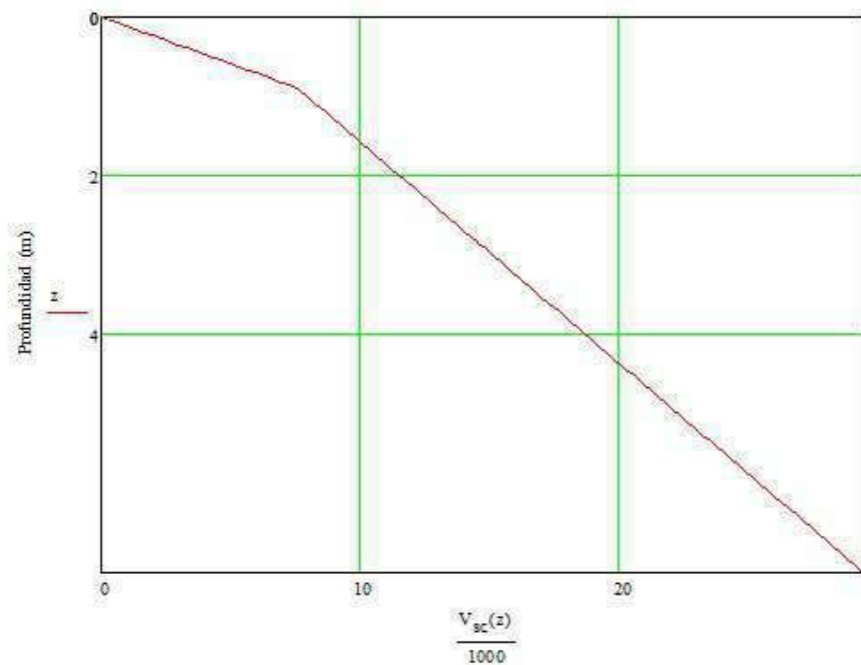


4) Obtención de los esfuerzos de cálculo sobre el alzado:

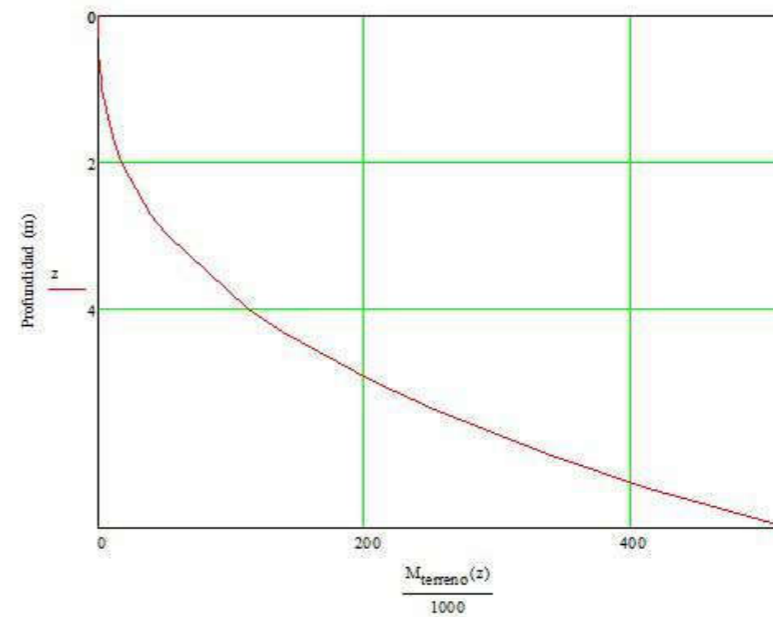
- Ley de Esfuerzos CORTANTES (kN/m) (TERRENO):



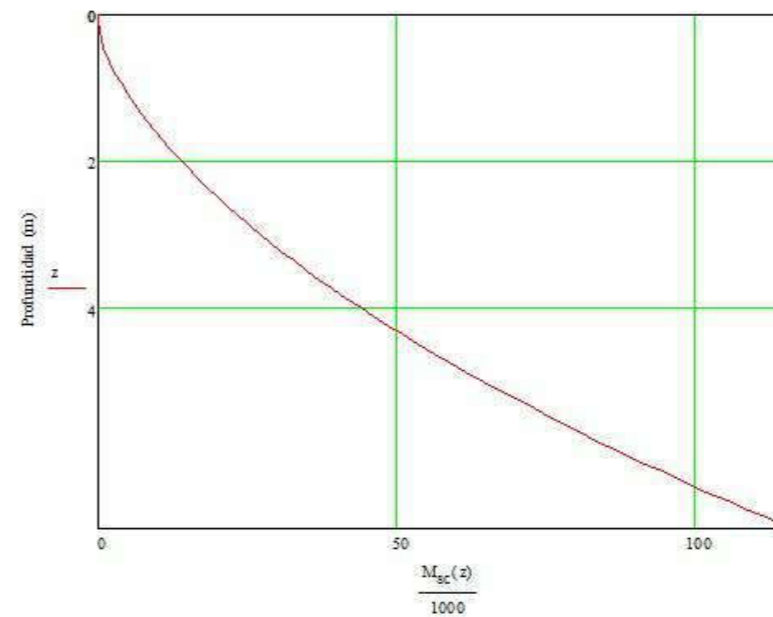
- Ley de Esfuerzos CORTANTES (kN/m) (SOBRECARGA):



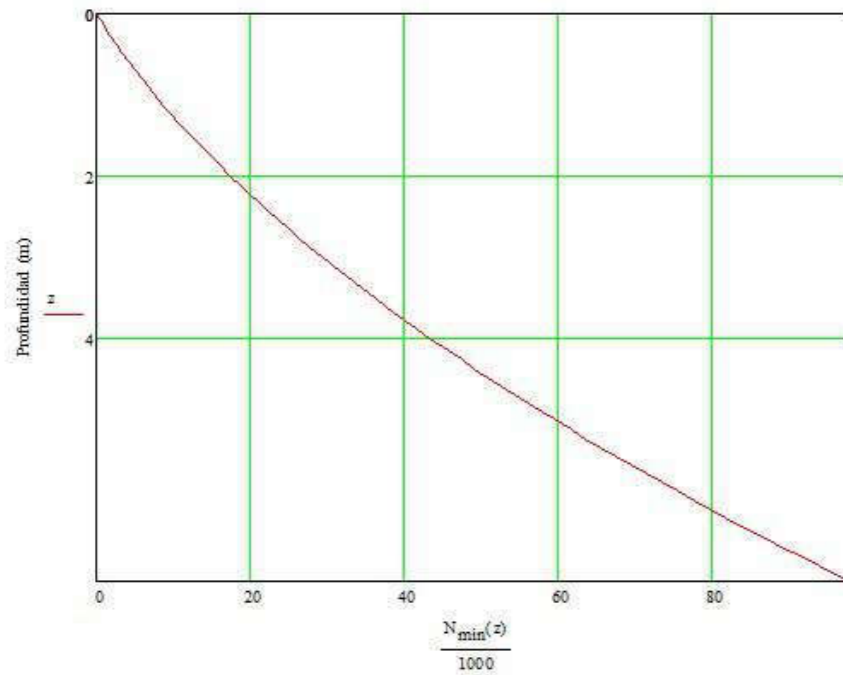
- Ley de Esfuerzos FLECTORES (m*kN/m) (TERRENO):



- Ley de Esfuerzos FLECTORES (m*kN/m) (SOBRECARGA):



- Ley de Esfuerzos AXILES (kN/m):



Cálculo de muros en ménsula: CIMENTACIÓN DEL MURO.

1) Definición geométrica y parámetros de cálculo:

- Definición de la cimentación:

Canto de la cimentación: $h_{zap} := 0.80 \text{ m}$
 Longitud puntera: $L_{puntera} := 1.50 \text{ m}$
 Longitud talón: $L_{tal} := 2.79 \text{ m}$
 $L_{talón} = 3.50 \text{ m}$

- Condiciones de cimentación:

Tensión admisible terreno: $\sigma_{adm} := 0.20 \text{ MPa}$
 Coef. rozamiento (zapata - terreno): $\mu = 0.577$
 Ángulo rozamiento (terreno-terreno): $\lambda = \frac{1}{3} \phi$
 $\delta = 10.0^\circ$

2) Obtención de los coeficientes de empuje del terreno (Ley de Coulomb):

- Coeficiente de empuje activo (talud inclinado β):

$$K_{\beta 90} := \frac{\sin(90^\circ + \phi)^2}{\sin(90^\circ - \delta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(90^\circ - \delta) \cdot \sin(90^\circ + \beta)}} \right)^2}$$

$K_{\beta 90} = 0.708$

- Coeficiente de empuje activo (talud horizontal $\beta = 0^\circ$):

$$K_{0 90} := \frac{\sin(90^\circ + \phi)^2}{\sin(90^\circ - \delta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi)}{\sin(90^\circ - \delta)}} \right)^2}$$

$K_{0 90} = 0.307$

$K_{\beta 90} = 0.708$ Coeficiente de EMPUJE ACTIVO "Talud INDEFINIDO" y Trasdós VERTICAL

$K_{0 90} = 0.307$ Coeficiente de EMPUJE ACTIVO "Talud HORIZONTAL" y Trasdós VERTICAL



3) Obtención de las ACCIONES DESESTABILIZADORAS (Empujes del Terreno y Sobrecarga):

El "Empuje del TERRENO", sobre un plano vertical que pase por el extremo final del talón de la zapata de cimentación, será:

Ley Empujes = "Empuje TALUD HORIZONTAL"

El empuje total del terreno sobre el trasdós del muro será:

$$E_T = 220.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Las componentes, horizontal y vertical de este empuje resultan:

$$E_{Th} = 216.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$E_{Tv} = 38.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

El Punto de aplicación de cada componente, respecto a la base de la puntera, será:

$$X_T = 5.00 \text{ m}$$

$$Y_T = 2.93 \text{ m}$$

El "Empuje de la SOBRECARGA", sobre un plano vertical que pase por el extremo final del talón de la zapata de cimentación, será:

El empuje total de la sobrecarga sobre el trasdós del muro será:

$$E_Q = 31.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Las componentes, horizontal y vertical de este empuje resultan:

$$E_{Qh} = 30.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$E_{Qv} = 5.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

El Punto de aplicación de cada componente, respecto a la base de la puntera, será:

$$X_Q = 5.00 \text{ m}$$

$$Y_Q = 4.40 \text{ m}$$

4) Obtención de las ACCIONES ESTABILIZADORAS (Pesos del Muro y Relleno de Tierras):

El Peso total del MURO será:

$$W_{MURO} = 184.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

El Punto de aplicación del Peso, respecto a la base de la puntera, será:

$$X_{MURO} = 2.16 \text{ m}$$

El Peso total del RELLENO DE TIERRAS será:

$$W_{TIERRAS} = 435.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

El Punto de aplicación del Peso, respecto a la base de la puntera, será:

$$X_{TIERRAS} = 3.40 \text{ m}$$

5) Cálculo de la SEGURIDAD frente al DESLIZAMIENTO:

Acciones DESESTABILIZADORAS:

$$F_{deseest} = 247.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Acciones ESTABILIZADORAS:

$$F_{est} = 380.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Rozamiento Zapata: $\mu = 0.58$

Luego resulta un coeficiente de seguridad al DESLIZAMIENTO:

$$FS_d = 1.5$$

6) Cálculo de la SEGURIDAD frente al VUELCO:

Acciones DESESTABILIZADORAS:

$$M_{volc} = 770.9 \frac{\text{m} \cdot \text{kN}}{\text{m}}$$

Acciones ESTABILIZADORAS:

$$M_{est} = 2074.1 \frac{\text{m} \cdot \text{kN}}{\text{m}}$$

Luego resulta un coeficiente de seguridad al VUELCO:

$$FS_v = 2.7$$

7) Cálculo de la SEGURIDAD frente al HUNDIMIENTO:

Reducimos el sistema de Fuerzas Exteriores al CDG de la Zapata:

$$B_{zap} = 5.00 \text{ m}$$

$$N_{zap} = 663.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{zap} = 358.3 \frac{\text{m} \cdot \text{kN}}{\text{m}}$$

Luego las tensiones bajo el terreno de cimentación resultan:

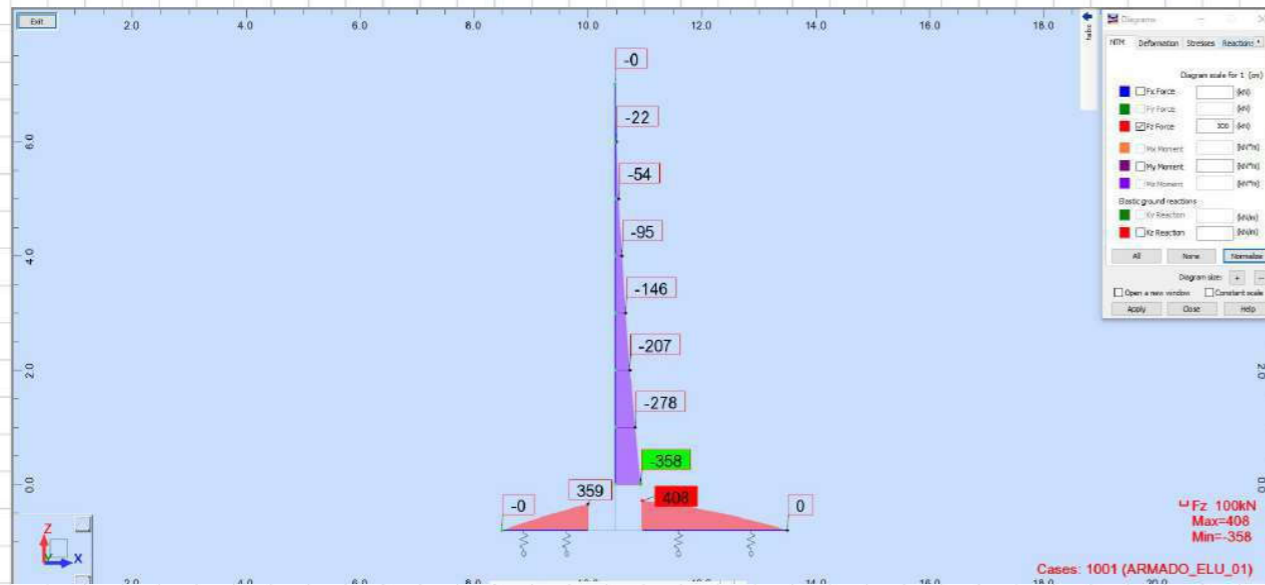
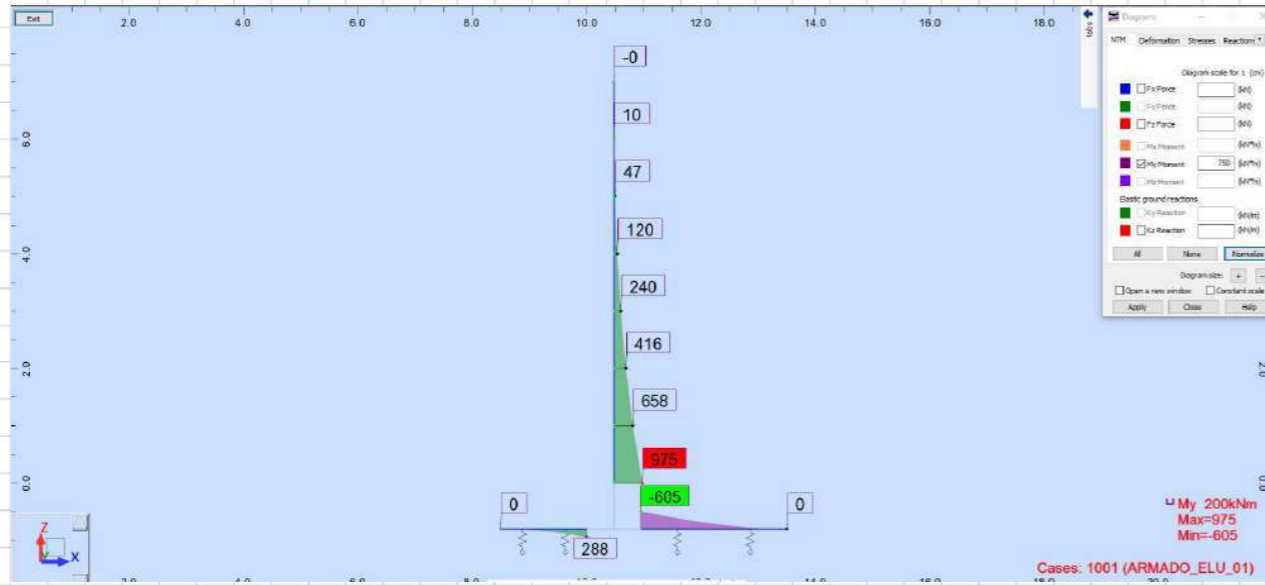
$$\sigma_{med} = 132.7 \text{ kPa} \quad \text{TensionMED} = \text{"CUMPLE"}$$

$$\sigma_{max} = 218.5 \text{ kPa} \quad \text{TensionMAX} = \text{"CUMPLE"}$$

$$\sigma_{min} = 46.8 \text{ kPa} \quad \text{TensionMIN} = \text{"CUMPLE"}$$



> Envolve de Esfuerzos de Flexión:



> Comprobación MURO SECCIÓN EMPOTRAMIENTO:

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

Propuesta de armado | Plano de agotamiento

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

x [m] 0.120 $e_2 \cdot 10^{-3}$ -1.6 M_u [kN·m] 967.1

l [m] 13.0 $e_1 \cdot 10^{-3}$ -10.8

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.065	0.0	0.7	0.0
0.885	26.4	-10.0	434.8

M_d [kN·m] 967

Sección ALETA_95CM

Inclinación de las bielas α_{lg} [°] 45.0

Inclinación de las armaduras α [°] 90.0

P_f [%] 3

b_0 [m] 1.00

d [m] 0.88

z [m] 0.80

Con armadura de cortante

Sin armadura de cortante

Control normal hormigón

Control indirecto hormigón

Armadura de compresión

Dámetro de la armadura comprimida ϕ_c [mm] 12

Axil de cálculo (compresión +)

N_d [kN] 0.0

σ_{cd} [MPa] 0.0

Pocomprimida [%] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)

σ_{xd} [MPa] 0.0

σ_{yd} [MPa] 0.0

θ_c [°] 45.0

ARMADURA DE CORTANTE

BIELAS DE COMPRESION

Cortante de agotamiento de las bielas V_{u1} [kN] 4400.0

Cortante de agotamiento de los tirantes V_{u2} [kN] 394.8

Contribución del hormigón a la resistencia V_{cu} [kN] 394.8

Contribución de la armadura transversal V_{su} [kN] 0.0

Resistencia a cortante V_u [kN] 394.8

ϕ [mm] 8

s [m] 0.20

n° ranas 2 A_{sc} [cm²/m] 0.0



> Comprobación MURO SECCIÓN Z = +3.00m

Sección: ALETA_60CM

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

x [m]	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	M_u [kN·m]
0.056	1.2	226.3
$1/x$ [1/m]	$\epsilon_i \cdot 10^{-3}$	
20.8	-11.3	

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.065	0.0	-0.2	0.0
0.535	10.1	-10.0	434.8

A sup. [cm²]: 0.0
A inf. [cm²]: 10.1

Sección: ALETA_80CM

Comprobación

Inclinación de las bielas: $\cotg \theta = 1.0$ θ [°]: 45

Inclinación de las armaduras: α [°]: 90.0

ARMADURA DE CORTANTE

BIELAS DE COMPRESIÓN

Resistencia a cortante

Cortante de agotamiento de las bielas	V_{u1} [kN]	2700.0
Cortante de agotamiento de los tirantes	V_{u2} [kN]	275.4
Contribución del hormigón a la resistencia	V_{cu} [kN]	275.4
Contribución de la armadura transversal	V_{su} [kN]	0.0
Resistencia a cortante	V_u [kN]	275.4

Resistencia a cortante: V_u [kN] = 275.4

> Comprobación ZAPATA - TALÓN

Sección: ZAPATA_80CM

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

Propuesta de armado | Plano de agotamiento

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

x [m]	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	M_u [kN·m]
0.097	1.5	635.0
$1/x$ [1/m]	$\epsilon_i \cdot 10^{-3}$	
15.6	-11.0	

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.065	0.0	0.5	0.0
0.735	20.9	-10.0	434.8

M_d [kN·m]: 635

Sección: ZAPATA_80CM

Comprobación

Inclinación de las bielas: $\cotg \theta = 1.0$ θ [°]: 45

Inclinación de las armaduras: α [°]: 90.0

ARMADURA DE CORTANTE

BIELAS DE COMPRESIÓN

Resistencia a cortante

Cortante de agotamiento de las bielas	V_{u1} [kN]	3700.0
Cortante de agotamiento de los tirantes	V_{u2} [kN]	346.6
Contribución del hormigón a la resistencia	V_{cu} [kN]	346.6
Contribución de la armadura transversal	V_{su} [kN]	0.0
Resistencia a cortante	V_u [kN]	346.6

Resistencia a cortante: V_u [kN] = 346.6



> Módulo TIPO 2 (H < 5.00m):

Cálculo de muros en ménsula: ALZADO DEL MURO.

1) Definición geométrica y parámetros de cálculo:

- Definición del alzado:

Altura del muro: $H_{tot} := 5.00\text{ m}$
 Incremento altura de tierras: $\Delta H := 1.25\text{ m}$
 Canto coronación: $h_{cor} := 0.25\text{ m}$
 Ángulo talud trasdós muro: $\alpha := 86.2^\circ$

- Características del terreno:

Peso específico del terreno: $\gamma := 18.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
 Ángulo de rozamiento interno: $\phi := 30.1^\circ$
 Ángulo talud terreno: $\beta := 30.0001^\circ$
 Ángulo rozamiento muro-terreno: $\delta := 0.0^\circ$

- Sobrecargas:

Sobrecarga de tráfico: $q := 10.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

2) Cálculo de los coeficientes de empuje (Ley de Coulomb):

- Coeficiente de empuje activo (talud inclinado β):

$$K_\beta := \frac{\sin(\alpha + \phi)^2}{\sin(\alpha)^2 \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right)^2}$$

$K_\beta = 0.761$

- Coeficiente de empuje activo (talud horizontal $\beta = 0^\circ$):

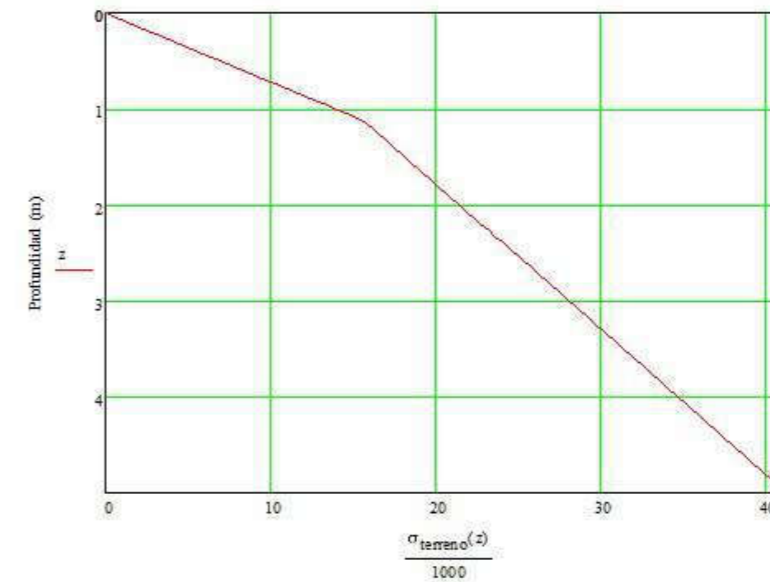
$$K_0 := \frac{\sin(\alpha + \phi)^2}{\sin(\alpha)^2 \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha)} \right)^2}$$

$K_0 = 0.358$

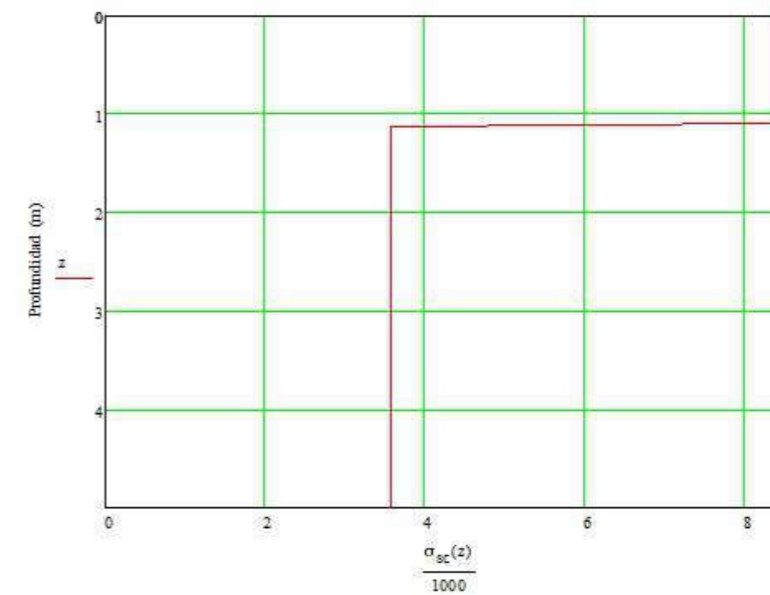
3) Obtención de la ley de empujes del terreno:

$d = 1.11\text{ m}$ LeyEmpujes = "Bilineal"

- Ley de presiones horizontales (TERRENO) en kPa

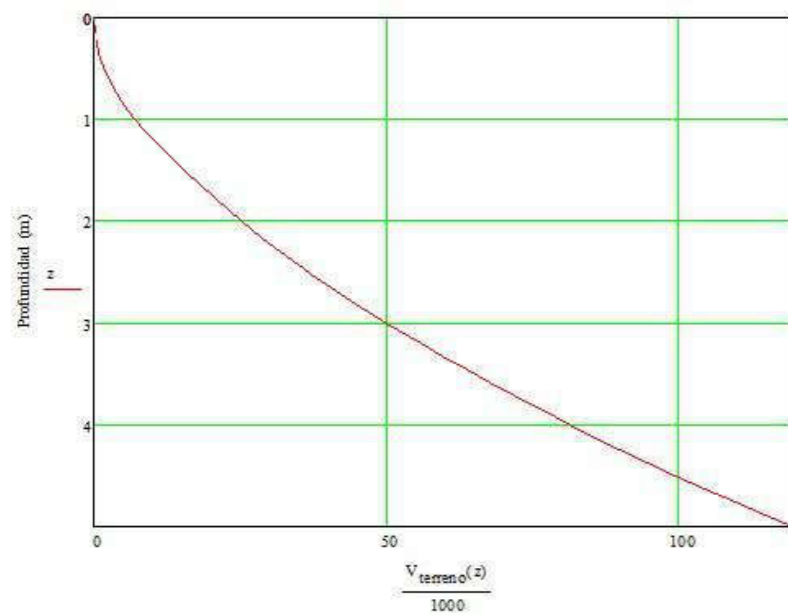


- Ley de presiones horizontales (SOBRECARGA) en kPa

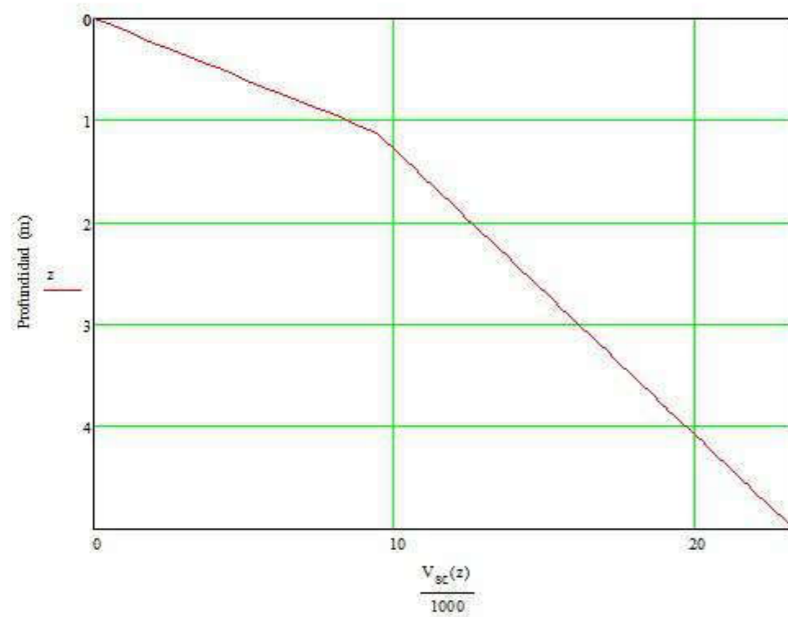


4) Obtención de los esfuerzos de cálculo sobre el alzado:

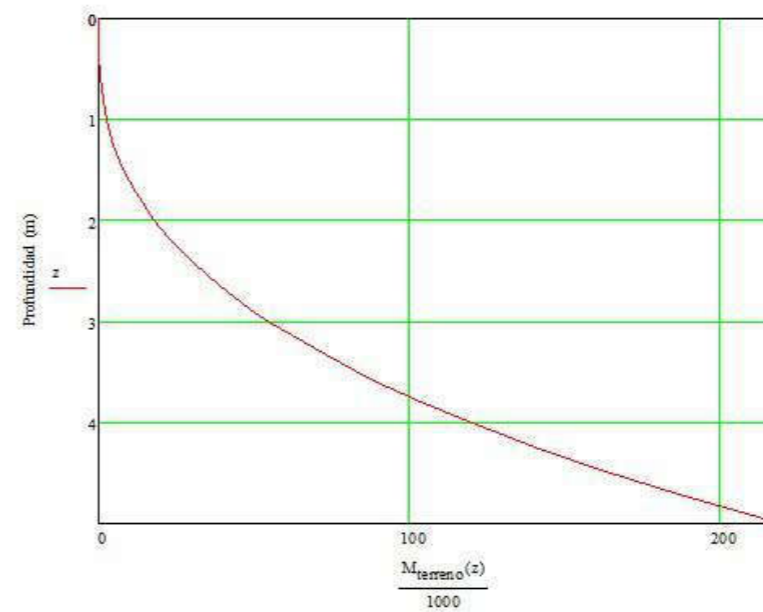
- Ley de Esfuerzos CORTANTES (kN/m) (TERRENO):



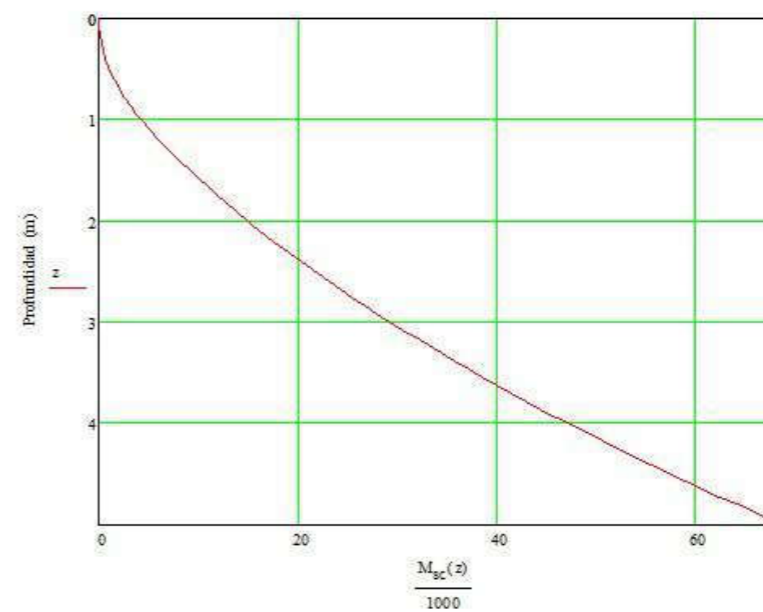
- Ley de Esfuerzos CORTANTES (kN/m) (SOBRECARGA):



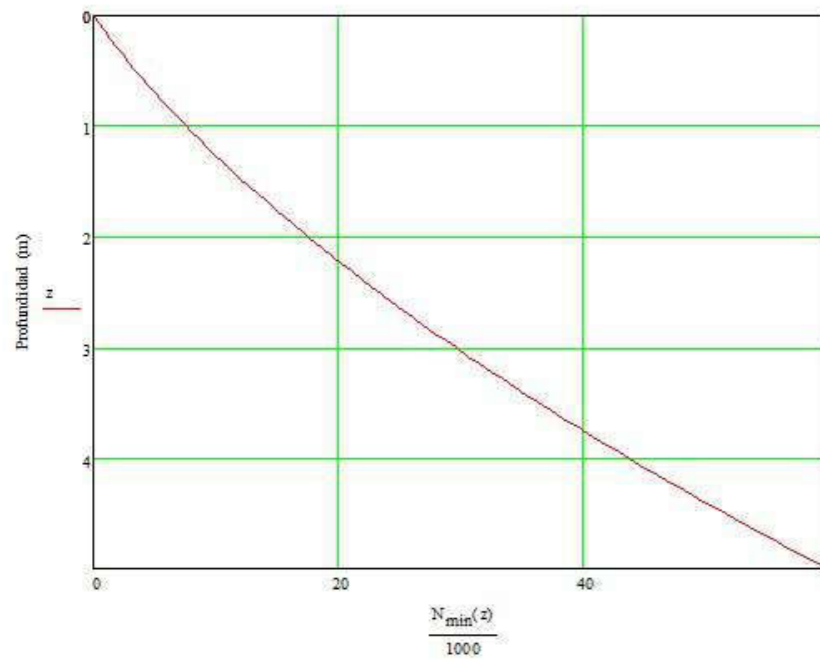
- Ley de Esfuerzos FLECTORES (m*kN/m) (TERRENO):



- Ley de Esfuerzos FLECTORES (m*kN/m) (SOBRECARGA):



- Ley de Esfuerzos AXILES (kN/m):



Cálculo de muros en ménsula: CIMENTACIÓN DEL MURO.

1) Definición geométrica y parámetros de cálculo:

- Definición de la cimentación:

Canto de la cimentación: $h_{zap} := 0.60 \text{ m}$
 Longitud puntera: $L_{puntera} := 1.00 \text{ m}$
 Longitud talón: $L_{tal} := 2.42 \text{ m}$
 $L_{talón} = 3.00 \text{ m}$

- Condiciones de cimentación:

Tensión admisible terreno: $\sigma_{adm} := 0.20 \text{ MPa}$
 Coef. rozamiento: (zapata - terreno) $\mu = 0.577$
 Ángulo rozamiento: (terreno-terreno) $\delta = 10.0^\circ$
 $\delta = 10.0^\circ$

2) Obtención de los coeficientes de empuje del terreno (Ley de Coulomb):

- Coeficiente de empuje activo (talud inclinado β):

$$K_{\beta 90} := \frac{\sin(90^\circ + \phi)^2}{\sin(90^\circ - \delta) \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(90^\circ - \delta) \cdot \sin(90^\circ + \beta)} \right)^2}$$

$K_{\beta 90} = 0.708$

- Coeficiente de empuje activo (talud horizontal $\beta = 0^\circ$):

$$K_{0 90} := \frac{\sin(90^\circ + \phi)^2}{\sin(90^\circ - \delta) \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi)}{\sin(90^\circ - \delta)} \right)^2}$$

$K_{0 90} = 0.307$

$K_{\beta 90} = 0.708$ Coeficiente de EMPUJE ACTIVO "Talud INDEFINIDO" y Trasdós VERTICAL

$K_{0 90} = 0.307$ Coeficiente de EMPUJE ACTIVO "Talud HORIZONTAL" y Trasdós VERTICAL



3) Obtención de las ACCIONES DESESTABILIZADORAS (Empujes del Terreno y Sobrecarga):

El "Empuje del TERRENO", sobre un plano vertical que pase por el extremo final del talón de la zapata de cimentación, será:

Ley Empujes = "Empuje TALUD HORIZONTAL"

El empuje total del terreno sobre el trasdós del muro será:

$$E_T = 133.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Las componentes, horizontal y vertical de este empuje resultan:

$$E_{Th} = 131.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$E_{Tv} = 23.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

El Punto de aplicación de cada componente, respecto a la base de la puntera, será:

$$X_T = 4.00 \text{ m}$$

$$Y_T = 2.28 \text{ m}$$

El "Empuje de la SOBRECARGA", sobre un plano vertical que pase por el extremo final del talón de la zapata de cimentación, será:

El empuje total de la sobrecarga sobre el trasdós del muro será:

$$E_Q = 24.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Las componentes, horizontal y vertical de este empuje resultan:

$$E_{Qh} = 23.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$E_{Qv} = 4.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

El Punto de aplicación de cada componente, respecto a la base de la puntera, será:

$$X_Q = 4.00 \text{ m}$$

$$Y_Q = 3.42 \text{ m}$$

4) Obtención de las ACCIONES ESTABILIZADORAS (Pesos del Muro y Relleno de Tierras):

El Peso total del MURO será:

$$W_{MURO} = 112.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

El Punto de aplicación del Peso, respecto a la base de la puntera, será:

$$X_{MURO} = 1.64 \text{ m}$$

El Peso total del RELLENO DE TIERRAS será:

$$W_{TIERRAS} = 277.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

El Punto de aplicación del Peso, respecto a la base de la puntera, será:

$$X_{TIERRAS} = 2.69 \text{ m}$$

5) Cálculo de la SEGURIDAD frente al DESLIZAMIENTO:

Acciones DESESTABILIZADORAS:

$$F_{desest} = 155.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Acciones ESTABILIZADORAS:

$$F_{est} = 238.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Rozamiento Zapata: $\mu = 0.58$

Luego resulta un coeficiente de seguridad al DESLIZAMIENTO:

$$FS_d = 1.5$$

6) Cálculo de la SEGURIDAD frente al VUELCO:

Acciones DESESTABILIZADORAS:

$$M_{volc} = 381.8 \frac{\text{m}\cdot\text{kN}}{\text{m}}$$

Acciones ESTABILIZADORAS:

$$M_{est} = 1024.9 \frac{\text{m}\cdot\text{kN}}{\text{m}}$$

Luego resulta un coeficiente de seguridad al VUELCO:

$$FS_v = 2.7$$

7) Cálculo de la SEGURIDAD frente al HUNDIMIENTO:

Reducimos el sistema de Fuerzas Exteriores al CDG de la Zapata:

$$B_{zap} = 4.00 \text{ m}$$

$$N_{zap} = 417.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{zap} = 191.9 \frac{\text{m}\cdot\text{kN}}{\text{m}}$$

Luego las tensiones bajo el terreno de cimentación resultan:

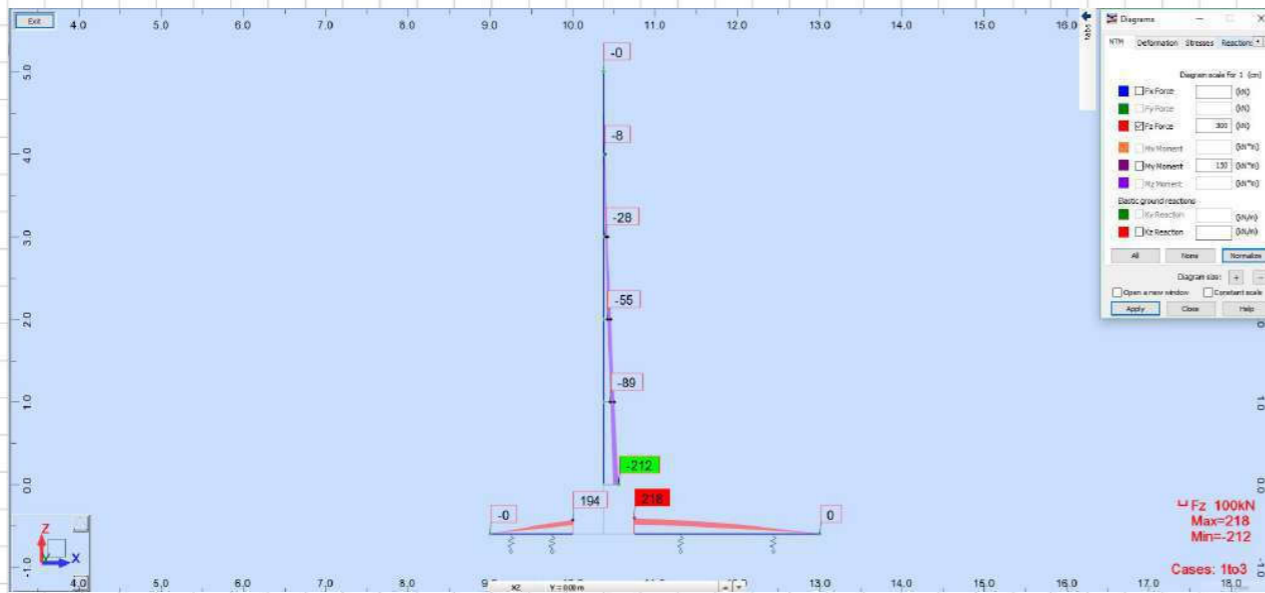
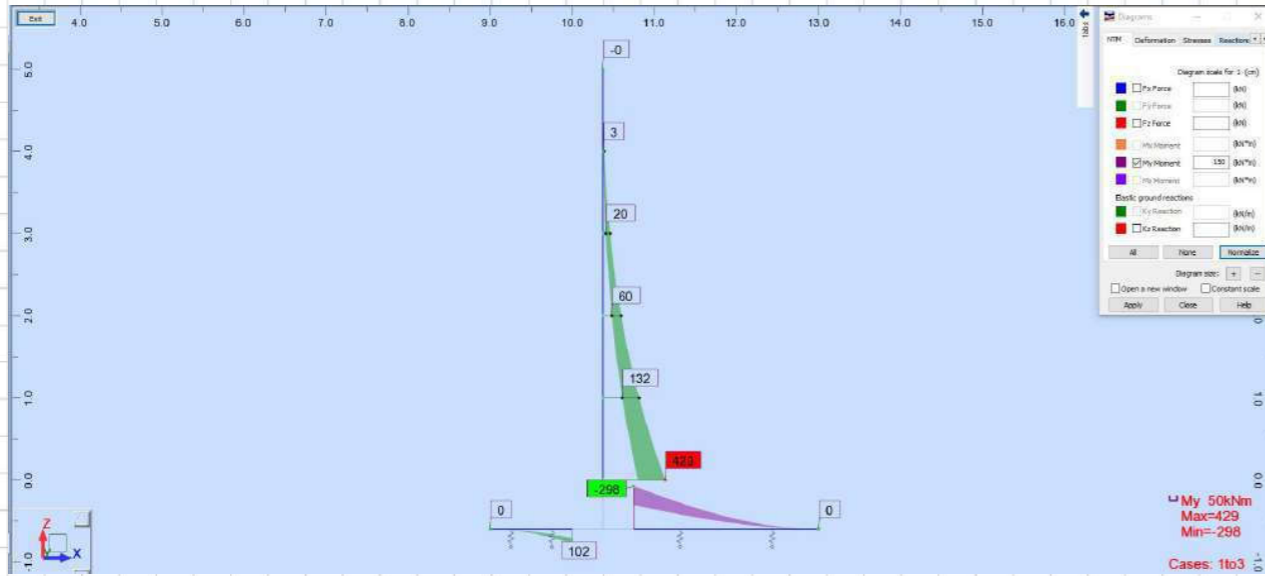
$$\sigma_{med} = 104.3 \text{ kPa} \quad \text{TensionMED} = \text{"CUMPLE"}$$

$$\sigma_{max} = 176.2 \text{ kPa} \quad \text{TensionMAX} = \text{"CUMPLE"}$$

$$\sigma_{min} = 32.4 \text{ kPa} \quad \text{TensionMIN} = \text{"CUMPLE"}$$



> Envolve de Esfuerzos de Flexión:



> Comprobación MURO SECCIÓN EMPOTRAMIENTO:

Sección: ALETA_75CM

Comprobación: Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

Propuesta de armado: Plano de agotamiento

SECCIÓN	DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$	TENSIONES MPa	
	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$: 1.3	σ_s : 14.5	
Plano de deformación de agotamiento y Mu			
x [m]: 0.078	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$: 1.3	Mu [kN·m]: 429.0	
1/x [kn ²]: 15.4	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$: -11.0		
Deformación y tensión de armaduras			
Profundidad (m)	Armadura [cm ²]	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión [MPa]
0.065	0.0	0.2	0.0
0.685	15.0	-10.0	434.8
Md [kN·m]: 429			

Sección: ALETA_75CM

Comprobación

Inclinación de las bielas: $\text{ctg } \theta = 1.0$, θ [°]: 45

Inclinación de las armaduras: α [°]: 90.0

Con armadura de cortante
 Sin armadura de cortante

Control normal hormigón
 Control indirecto hormigón

Armadura de compresión

Diámetro de la armadura comprimida: ϕ [mm]: 12

Axil de cálculo (compresión +):
 Nd [kN]: 0.0
 σ_{cd} [MPa]: 0.0
 Pcompresión [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +):
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 θ_c [°]: 45.0

Cortante de agotamiento de las bielas: Vu1 [kN]: 3450.0
 Cortante de agotamiento de los fibrantes: Vu2 [kN]: 329.1
 Contribución del hormigón a la resistencia: Vcu [kN]: 329.1
 Contribución de la armadura transversal: Vst [kN]: 0.0

Resistencia a cortante: Vu [kN]: 329.1

ϕ [mm]: 8
 st [m]: 0.20
 n^o ramas: 2, A_{ov} [cm²/m]: 0.0



> Comprobación MURO SECCIÓN Z = +2.00m

Sección: ALETA_550CM

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

x [m]	0.054	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	1.2	M_u [kN·m]	204.6
1/r [1/m]	23.1	$\epsilon_i \cdot 10^{-3}$	-11.5		

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad (m)	Armadura (cm ²)	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión (MPa)
0.065	0.0	-0.3	0.0
0.485	10.1	-10.0	434.8

A sup. (cm²): 0.0
A inf. (cm²): 10.1

Sección: ALETA_550CM

Comprobación

Inclinación de las bielas: $\text{ctg } \theta = 1.0$, $\theta [^\circ] = 45$

Inclinación de las armaduras: $\alpha [^\circ] = 90.0$

ARMADURA DE CORTANTE

BIELAS DE COMPRESIÓN

Cortante de agotamiento de las bielas: V_{u1} [kN] 2450.0
Cortante de agotamiento de los trantes: V_{u2} [kN] 257.0
Contribución del hormigón a la resistencia: V_{cu} [kN] 257.0
Contribución de la armadura transversal: V_{su} [kN] 0.0

Resistencia a cortante: V_u [kN] 257.0

Axil de cálculo (compresión +):
Nd [kN]: 0.0
 σ_{cd} [MPa]: 0.0
Pcomprimada [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +):
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 $\theta_e [^\circ]$: 45.0

Diámetro de la armadura comprimida: ϕ [mm]: 12

> Comprobación ZAPATA - TALÓN

Sección: ZAPATA_500CM

Comprobación | Dimensionamiento | Diagrama de Flexión

Propuesta de armado | Plano de agotamiento

SECCIÓN DEFORMACIONES $\cdot 10^{-3}$ TENSIONES MPa

Plano de deformación de agotamiento y M_u

x [m]	0.066	$\epsilon_s \cdot 10^{-3}$	1.4	M_u [kN·m]	298.0
1/r [1/m]	21.3	$\epsilon_i \cdot 10^{-3}$	-11.4		

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad (m)	Armadura (cm ²)	Deformación $\cdot 10^{-3}$	Tensión (MPa)
0.065	0.0	0.0	0.0
0.535	13.4	-10.0	434.8

M_d [kN·m]: 298

Sección: ZAPATA_500CM

Comprobación

Inclinación de las bielas: $\text{ctg } \theta = 1.0$, $\theta [^\circ] = 45$

Inclinación de las armaduras: $\alpha [^\circ] = 90.0$

ARMADURA DE CORTANTE

BIELAS DE COMPRESIÓN

Cortante de agotamiento de las bielas: V_{u1} [kN] 2700.0
Cortante de agotamiento de los trantes: V_{u2} [kN] 275.4
Contribución del hormigón a la resistencia: V_{cu} [kN] 275.4
Contribución de la armadura transversal: V_{su} [kN] 0.0

Resistencia a cortante: V_u [kN] 275.4

Axil de cálculo (compresión +):
Nd [kN]: 0.0
 σ_{cd} [MPa]: 0.0
Pcomprimada [%]: 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +):
 σ_{xd} [MPa]: 0.0
 σ_{yd} [MPa]: 0.0
 $\theta_e [^\circ]$: 45.0

Diámetro de la armadura comprimida: ϕ [mm]: 12





PS PO-400 - ANEJO DE CÁLCULO



PS PO-400 - ANEJO DE CÁLCULO

ANEJO Nº 6: PRUEBA DE CARGA DE LA ESTRUCTURA

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: APARTADERO FERROVIARIO EN LA PLISÁN. 41
TT.MM. DE SALVATERRA DE MIÑO - AS NEVES (PONTEVEDRA).

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: APARTADERO FERROVIARIO EN LA PLISÁN. 42
TT.MM. DE SALVATERRA DE MIÑO - AS NEVES (PONTEVEDRA).



(*) TABLERO PASO INFERIOR PO-400: PRUEBA DE CARGA (*)

1) GENERALIDADES

La prueba de carga de una estructura es un conjunto de operaciones consistente en la reproducción de uno o varios estados de carga sobre la misma, antes de su puesta en servicio, con objeto de confirmar que el proyecto y construcción de la obra se han llevado a cabo de forma satisfactoria.

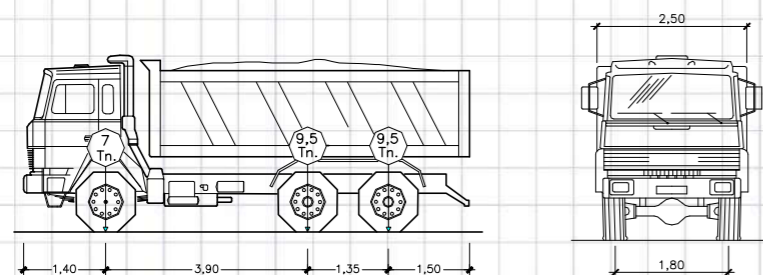
Resulta necesario comprobar que, para unas situaciones de carga representativas de las acciones a que va a estar sometida durante su vida en servicio, el comportamiento de la estructura se ajusta a las previsiones de proyecto.

En la redacción de esta prueba de carga se ha seguido las "Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera", 1999, de la Dirección General de Carreteras.

1.1 Descripción y Disposición de los Trenes de Carga

Los trenes de carga que se han previsto para la prueba de carga son camiones de tres ejes y con un peso total de 260 kilonewtons.

Los pesos por eje y distancias entre ejes de los vehículos previstos son los siguientes:



Dada la geometría de la estructura se utilizarán hasta 8 camiones tipo por Vano.

1.2 Proceso de Ejecución de la Prueba

La prueba se prevé con un único estado de carga. El esquema con la posición de los camiones, en cada fase de la prueba de carga, se recoge en el plano que acompaña este Anejo.

La relación entre los esfuerzos de proyecto y los alcanzados en la prueba de carga se encuentra dentro de los límites fijados por las Recomendaciones, como puede comprobarse en los listados adjuntos.

1.3 Puntos de Medida y Precisión de las Medidas

Se realizarán medidas en los puntos de la estructura situados en la cara inferior de las vigas. Los puntos de medida corresponden con los ejes de apoyo en estribos, así como a cuartos de luz y en los centros de vano. La posición de dichos puntos en la sección transversal coincide con los puntos medios de la tabla inferior de la viga.

Los puntos en ejes de apoyos se miden con objeto de detectar posibles asentamientos en las cimentaciones.

Debido a la gran rigidez de la estructura, se producirán movimientos de pequeña magnitud. Por ello, deberá utilizarse un método de medición que permita captar valores de las dimensiones esperadas. Se plantea el uso de flexímetros para realizar dichas medidas. Estos aparatos deberán estar convenientemente protegidos del medio ambiente (insolación, vibraciones, etc).

2) MEDIDAS PREVISTAS EN LA PRUEBA

Antes de comenzar las pruebas se realizará una inspección general de las obras, sin olvidar los aparatos de apoyo, juntas y otros elementos singulares.

Durante las pruebas de carga se realizarán controles periódicos de los elementos ya citados y se señalarán los fenómenos que se vayan observando, fundamentalmente se controlará la posible figuración de los elementos de hormigón.

Al finalizar las pruebas volverá a realizarse una última inspección general.

En los puntos de control se tomarán medidas:

- Antes de comenzar la prueba.
- Inmediatamente antes de cada escalón de carga.
- Inmediatamente después de haber introducido las cargas del escalón considerado.
- A los diez minutos de haber introducido las cargas.
- A los 5 minutos de haber retirado las cargas.
- A los 15 minutos de haber retirado las cargas del último escalón.

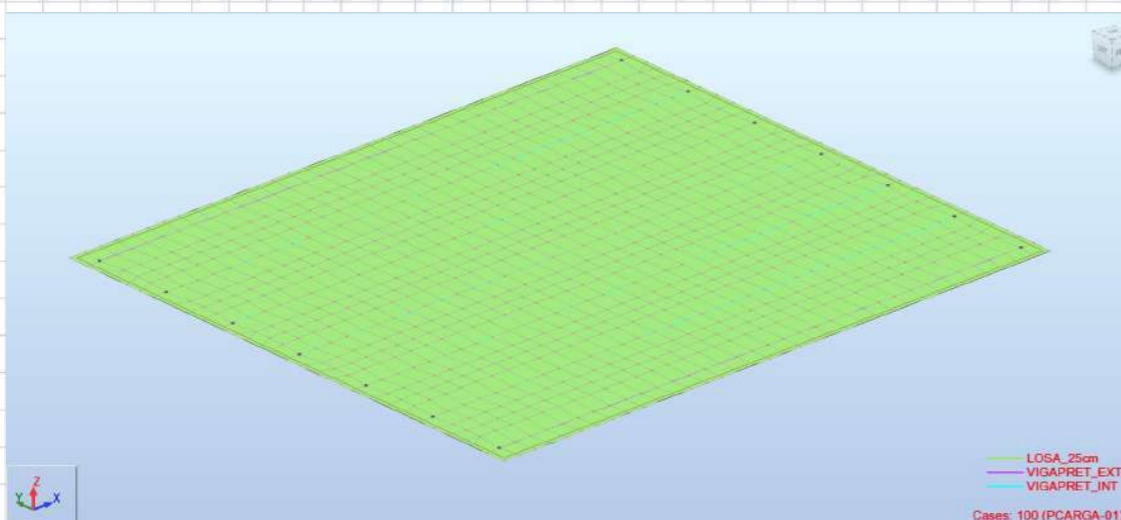
Los requerimientos a los aparatos de medida, así como los criterios de estabilización y de aceptación de valores remanentes serán los indicados en las Recomendaciones citadas.



3) CÁLCULO DE LA PRUEBA DE CARGA

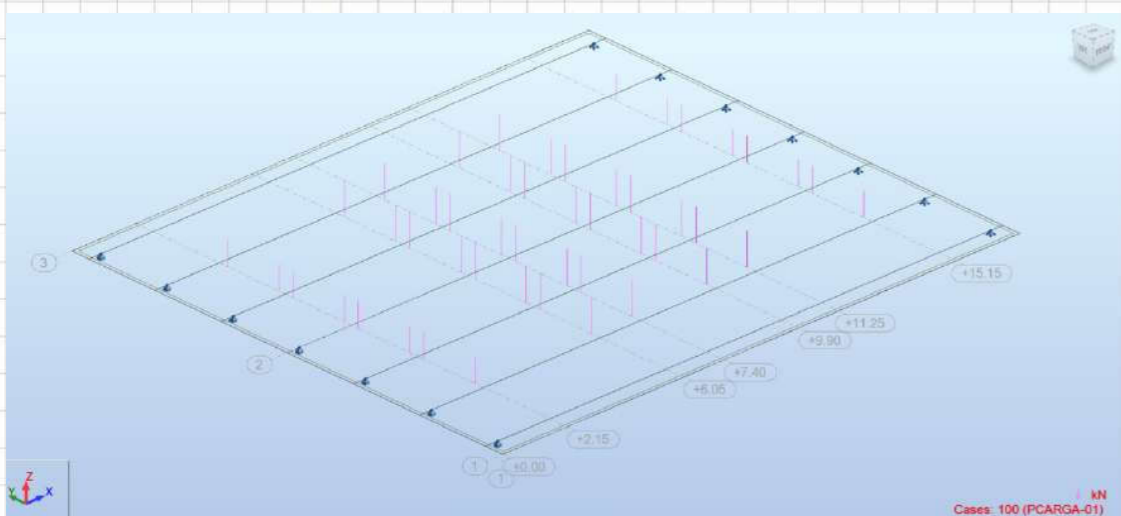
2.1 Modelo de Cálculo

Para el cálculo de la prueba se ha utilizado el mismo modelo que para el dimensionamiento del tablero, descrito en el Anejo de Cálculo de la estructura.



2.2 Acciones

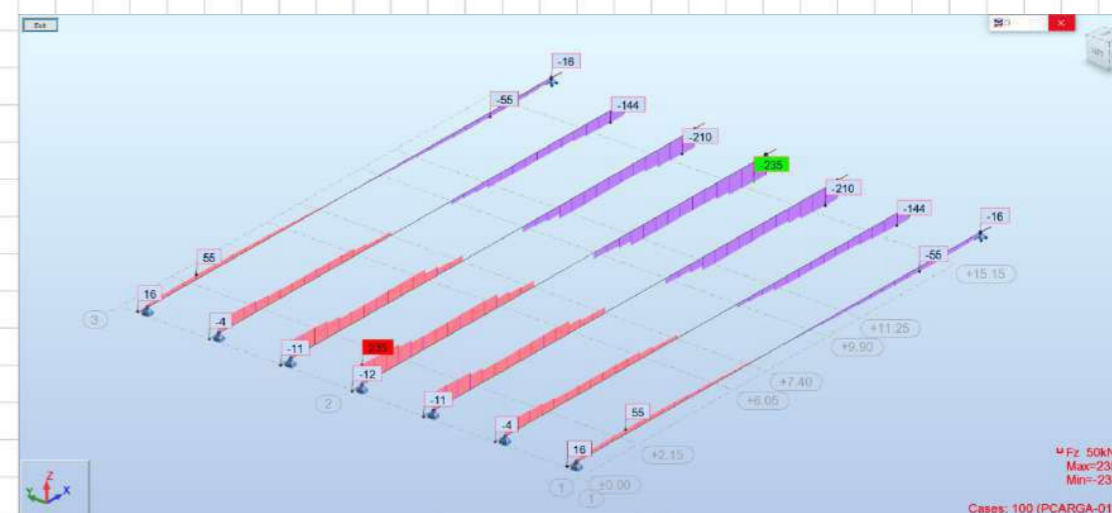
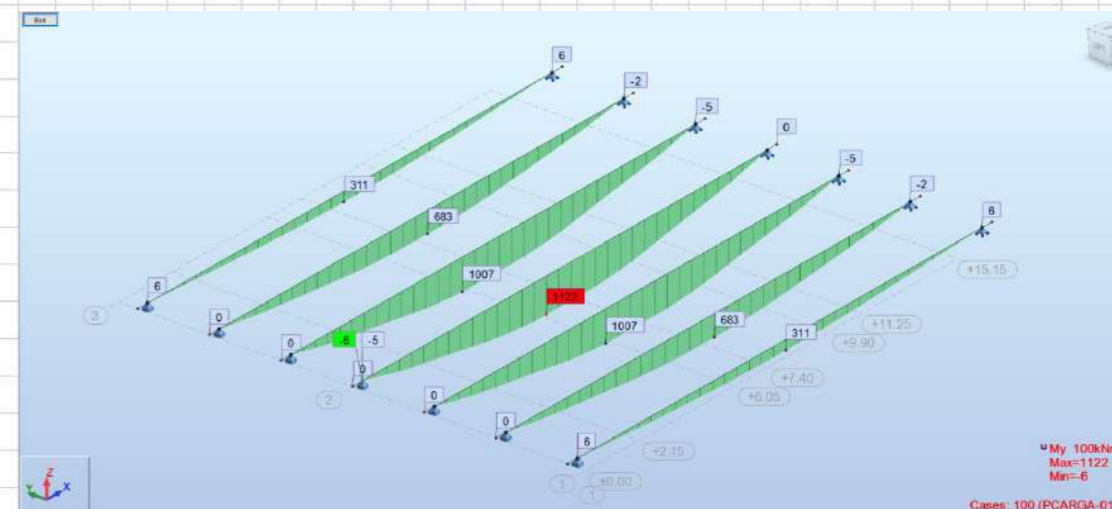
Las acciones introducidas sobre el modelo son las cargas producidas por los camiones en sus posiciones correspondientes.



2.3 Resultados

A continuación se muestran los resultados de esfuerzos y flechas en tablero para el cálculo efectuado. En los planos se recoge las flechas correspondientes a los puntos seleccionados.

A) A continuación figura un resumen de los esfuerzos obtenidos durante la prueba de Carga y el porcentaje que estos representan con relación a los empleados en el diseño de la Estructura:



RESUMEN DE RESULTADOS PRUEBA DE CARGA:

VANO 1	VIGA 1	VIGA 2	VIGA 3	VIGA 4	VIGA 5	VIGA 6	VIGA 7
Mk_CA+SCU (mkN):	473	1319	1674	1692	1674	1319	473
Vk_CA+SCU (kN):	26	356	483	470	483	356	26
Mk_PCARGA (mkN):	311	683	1007	1122	1007	683	311
% =	65.8	51.8	60.2	66.3	60.2	51.8	65.8
LÍMITE =	331	923	1172	1184	1172	923	331
SUFICIENTE =	284	791	1004	1015	1004	791	284
Vk_PCARGA (kN):	55	144	210	235	210	144	55
% =	211.5	40.4	43.5	50.0	43.5	40.4	211.5
LÍMITE =	18	249	338	329	338	249	18
SUFICIENTE =	16	214	290	282	290	214	16

NOTA: Según la publicación del Ministerio de Fomento "Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera" se aconseja no superar el 70% de los esfuerzos producidos por los valores característicos sin mayorar del tren de carga de la IAP y se estima como suficiente que están en torno al 60%.

B) A continuación figura un resumen de los desplazamientos máximos obtenidos en cada una de las fases consideradas para la prueba de carga:

