



ANEJO: CALCULO ESTRUCTURAL



INDICE

1. INTRODUCCION
2. ESTRUCTURA SOBRE LA A-3
 - 2.1. VIGA
 - 2.1.1. Descripción de la Viga
 - 2.1.2. Materiales
 - 2.1.2.1. Hormigón
 - 2.1.2.2. Acero
 - 2.1.3. Normativa empleada
 - 2.1.4. Coeficientes de seguridad
 - 2.1.5. Acciones
 - 2.1.5.1. Permanentes
 - 2.1.5.2. Variables
 - 2.1.6. Hipótesis de combinación de acciones
 - 2.1.7. Análisis de Calculo
 - 2.1.7.1. Envolventes de esfuerzos
 - 2.1.7.2. Esfuerzos de pretensado
 - 2.1.7.3. Dimensionamiento en Rotura
 - 2.1.7.3.1. Dimensionamiento longitudinal
 - 2.1.7.3.2. Dimensionamiento del armado transversal
 - 2.1.7.4. Comprobación en servicio
 - 2.1.7.5. Longitud de anclaje
 - 2.2. PILAS
 - 2.2.1. Descripción de la Pila
 - 2.2.2. Materiales
 - 2.2.2.1. Hormigón
 - 2.2.2.2. Acero
 - 2.2.3. Normativa empleada
 - 2.2.4. Coeficientes de seguridad
 - 2.2.5. Acciones
 - 2.2.5.1. Permanentes
 - 2.2.5.2. Variables
 - 2.2.6. Hipótesis de combinación de acciones
 - 2.2.7. Análisis de Calculo
 - 2.2.7.1. Pila Central
 - 2.2.7.2. Pila Estribos
 - 2.2.7.3. Pila Accesos
3. APARATOS DE APOYO
 - 3.1. Introducción
 - 3.2. Reacciones



- 3.3. Apoyo de elastómero
 - 3.3.1. Neopreno zunchado
 - 3.3.1.1. Aplicaciones
 - 3.3.1.2. Características
 - 3.3.1.3. Instalación
 - 3.3.2. Disposición del neopreno
- 4. CIMENTACION
 - 4.1. Descripción de los elementos
 - 4.2. Materiales
 - 4.2.1. Hormigón
 - 4.2.2. Acero
 - 4.3. Normativa empleada
 - 4.4. Coeficientes de seguridad
 - 4.5. Acciones
 - 4.5.1. Permanentes
 - 4.5.2. Variables
 - 4.6. Análisis de Calculo
 - 4.6.1. Dimensionamiento Zapata P1
 - 4.6.2. Comprobación Zapata P1
 - 4.6.3. Dimensionamiento Zapata P2
 - 4.6.4. Comprobación Zapata P2



1. INTRODUCCION

El objetivo del presente anejo es el de describir y definir las bases de cálculo, así como los cálculos de comprobación y dimensionamiento de las estructuras que conforman el proyecto constructivo de “PROYECTO BÁSICO DE UNA PASARELA PEATONAL SOBRE LA AUTOVIA A-3 S EN EL PK 340+450, EN EL TÉRMINO MUNICIPIO DE RIBA-ROJA (VALENCIA)”.

2. ESTRUCTURA SOBRE LA A-3

2.1. VIGA

2.1.1. Descripción de la viga

En este apartado vamos a definir la viga que vamos a realizar para sobrepasar el vano requerido en la pasarela sobre la autovía A-3. Los vanos son de 30 y 32 metros, por tanto haremos el cálculo estructural del vano más desfavorable, el de 32 metros.

Sera una viga prefabricada de hormigón pretensado de armadura activa postesada. Diseñaremos una viga en T cuyas dimensiones son, 2.5 metros de ancho, 1.5 de alto, 0.5 m de base, 0.25 de ancho de ala, 0.1 m de exceso horizontal del alma en ambos lados y 0.05 m de exceso vertical en ambos lados del ala. A continuación se muestra la figura con las características geométricas de la viga que serán las mismas en todo el vano., excepto en los 2.5 primeros metros a ambos estribos de las dos vigas donde apoyaremos la última placa alveolar de los accesos

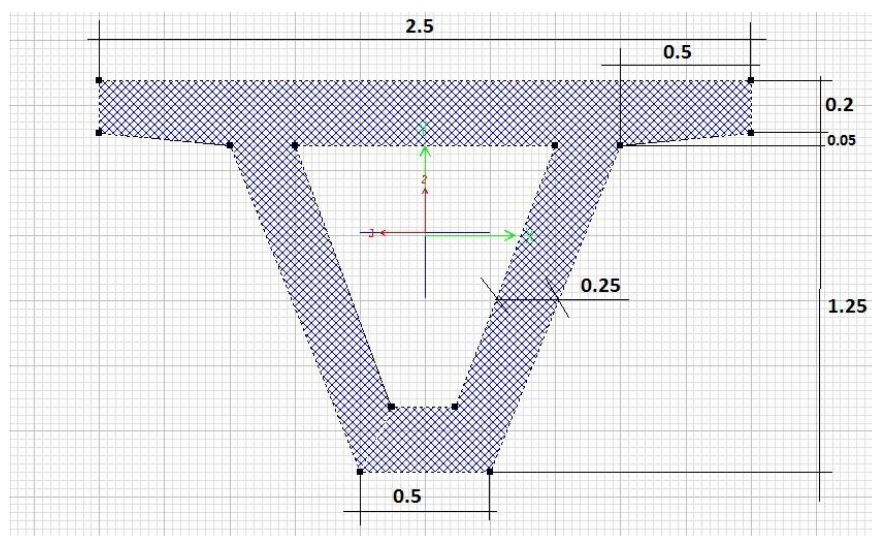


Tabla 1: Sección transversal de la viga.



Tendremos en cuenta que la viga a los 4 metros en los extremos será maciza.

2.1.2. Materiales

2.1.2.1. Hormigón

El hormigón utilizado para la fabricación de las vigas prefabricadas será:

HP- 50/P/20/Ila

Sera un hormigón pretensado de 50 MPa de resistencia característica a compresión, de consistencia plástica, 20 mm el tamaño máximo de árido y un ambiente Ila por ser un exterior sin cloruros y con precipitaciones medias anuales menores a 600 mm. Según el apartado 37.2.4 de la EHE-08 el recubrimiento mínimo establecido será de 25mm, como es un prefabricado y el control será intenso, el recubrimiento nominal será de 25mm.

El coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón es de $\gamma_c = 1,5$

2.1.2.2. Acero

El acero empleado en la ejecución de la viga será de dos tipos, el de la armadura activa y el de la armadura pasiva.

El acero de la armadura pasiva será B-500-S

El coeficiente de minoración para la resistencia del acero pasivo es de $\gamma_s = 1,15$.

Límite elástico característico $f_{yk} = 500$ MPa

Módulo de elasticidad $E_s = 200.000$ MPa

El acero para la armadura activa será Y-1860-S7

2 tendones

7 alambres con tendón 10/0'5"

$A_p = 10\text{cm}^2$ y diámetro de 0.06 metros.



Carga de Tesado: 1200 KN

Carga unitaria máxima a tracción $f_{\max} = 1.860$ MPa

Límite elástico $f_{py} = 1.700$ MPa

Módulo de elasticidad $E_p = 190.000$ MPa

2.1.3. Normativa empleada

La normativa empleada para el cálculo de la pasarela es:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)
- Código técnico de la edificación CTE

2.1.4. Coeficientes de seguridad

Los coeficientes de seguridad adoptados para las acciones, de acuerdo con la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP)” y para un nivel de control de calidad de la ejecución intenso, son:

Estados Límites últimos:

ACCIÓN	SITUACIÓN DE PROYECTO			
	PERSISTENTE O TRANSITORIA		ACCIDENTAL	
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente	$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1$
Pretensado	$\gamma_P = 1$	$\gamma_P = 1$	$\gamma_P = 1$	$\gamma_P = 1$
Perm. NO cte.	$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1,5$	$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1$
Variable	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1$
Accidental			$\gamma_A = 1$	$\gamma_A = 1$

Tabla 2: Coeficientes de seguridad para acciones en ELU



Estados límites de servicio:

ACCIÓN		FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente		$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1$
Pretensado	pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
Permanente no constante		$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1$
Variable		$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1$

Tabla 3: Coeficientes de seguridad para acciones en ELS

Los coeficientes adoptados para la definición de los valores representativos de combinación, frecuente y cuasi-permanente de las acciones variables son:

Acción	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga	0'7	0'5	0'3

Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
0,6	0,5	0,2

Coeficiente de seguridad de los materiales son los siguientes:

Material	E.L.U	E.L.S
Hormigón	1.5	1.0
Acero en armaduras pasivas	1.15	1.0
Acero en armaduras activas	1.15	1.0

2.1.5. Acciones

2.1.5.1. Acciones permanentes

Para el análisis de la viga que vamos a ejecutar en la pasarela se ha considerado las acciones características específicas en la “instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)”



Peso propio

Se considera un peso propio de la viga en función de las dimensiones y su longitud, considerando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3

Cargas muertas

Las cargas muertas consideradas en la estructura son el pavimento y las barandillas que irán sobre la pasarela, considerándose una carga muerta para toda la pasarela de 10 KN/m

2.1.5.2. Acciones variables

Sobrecargas de uso

Según la “instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera” la sobre carga de uso que tendremos que considerar para nuestro análisis estructural 5 KN/m^2 en zonas de uso peatonal para las zonas más desfavorables.

Viento

Tendremos que tener en cuenta la acción del viento sobre la pasarela y para ello tendremos en cuenta la instrucción IAP-11. Podremos realizar un cálculo simplificado del empuje en tableros y pilas, ya que nuestra pasarela tiene menos de 40 metros de luz y es de menos de 20 metros de altura máxima de pila, considerándose únicamente el viento transversal y no será necesario tener en cuenta el efecto longitudinal ni el empuje vertical del viento. La velocidad básica del viento, es la velocidad media a lo largo de un periodo de tiempo de 10 minutos, con un periodo de retorno T de 50 años, medida independientemente de la dirección del viento y de la época del año, para ver el empuje sobre la viga tendremos en cuenta la velocidad media del viento.



Observamos que la velocidad básica del viento para nuestra zona A será 26 m/s, por tanto:

TIPO DE ENTORNO (APARTADO 4.2.2)	EMPUJE SOBRE TABLERO [kN/m ²]			EMPUJE SOBRE PILAS [kN/m ²]		
	$v_{b,0} = 26$ m/s	$v_{b,0} = 27$ m/s	$v_{b,0} = 29$ m/s	$v_{b,0} = 26$ m/s	$v_{b,0} = 27$ m/s	$v_{b,0} = 29$ m/s
0	2,58	2,78	3,21	3,16	3,40	3,93
I	2,29	2,47	2,85	2,79	3,01	3,47
II	1,94	2,09	2,41	2,37	2,56	2,95
III	1,47	1,58	1,83	1,80	1,94	2,23
IV	0,93	1,00	1,15	1,14	1,23	1,42

Tabla 4: Mapa de isotacas para la obtencion de la velocidad básica fundamental del viento



Como estamos en un entorno tipo III; zona suburbana, forestal o industrial con construcciones y obstáculos aislados con una separación máxima de 20 veces la altura de los obstáculos y una velocidad básica del viento de 26 m/s, nuestro empuje sobre la viga de la pasarela por las acciones del viento será de 1.47 kN/m² y se aplicará en el centro de gravedad del área de referencia de elemento.

No se consideran las acciones del viento sobre la sobrecarga de uso.

2.1.6. Hipótesis de combinación de acciones

Estados límites de servicio

ACCIONES		COMBINACIÓN		
		Poco probable	Frecuente	Cuasipermanente
Permanente		$\gamma_G \cdot G_k$	$\gamma_G \cdot G_k$	$\gamma_G \cdot G_k$
Pretensado		$\gamma_P \cdot P_k$	$\gamma_P \cdot P_k$	$\gamma_P \cdot P_k$
Permanente no constante		$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$	$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$	$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$
Variables	determinante	$\gamma_Q \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$
	el resto	$\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$	

Tabla 5: Combinación de acciones para ELS

Estados límites últimos:

ACCIONES		SITUACIÓN DE PROYECTO		
		Persistente o transitoria	Accidental	Sísmica
Permanente		$\gamma_G \cdot G_k$	$\gamma_G \cdot G_k$	$\gamma_G \cdot G_k$
Pretensado		$\gamma_P \cdot P_k$	$\gamma_P \cdot P_k$	$\gamma_P \cdot P_k$
Permanente no constante		$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$	$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$	$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$
Variables	determinante	$\gamma_Q \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$
	el resto	$\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$	

Tabla 6: Combinación de acciones para ELU



Dónde:

G_k Valor característico de las acciones permanentes

G_k^* Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante
(excepto el pretensado)

P_k Valor característico de la acción del pretensado

Q_k Valor característico de la acción variable determinante

Ψ_0 Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes

Ψ_1 Valor representativo frecuente de la acción variable determinante

Ψ_2 Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables
concomitantes

2.1.7. Análisis de cálculo

2.1.7.1. Envolverte de esfuerzos

ENVOLVENTES DE ESFUERZOS EN SERVICIO:

Combinación poco probable

	PP	CM	SU	Viento	Pretensado
Favorable	1	1	0	0	0.9
Desfavorable	1	1	1	0	1.1

Combinación Frecuente

	PP	CM	SU	Viento	Pretensado
Favorable	1	1	0	0	0.9
Desfavorable	1	1	1	0	1.1

Combinación Cuasipermanente

	PP	CM	SU	Viento	Pretensado
Favorable	1	1	0	0	0.9
Desfavorable	1	1	1	0	1.1



Coeficiente de combinación

	PP	CM	SU	Viento	Pretensado
Poco prob	1	1	0.7	0.6	1
Frecuente	1	1	0.5	0.5	1
Cuasiperm	1	1	0.3	0.2	1

Esfuerzos combinación poco probable flector mínimo:

Station	P	V2	V3	T	M2	M3
0	-802,832	-525,639	0,000	-0,250	-5,201	244,703
0,5	-813,732	-522,003	0,000	-0,248	-5,202	509,328
1	-824,632	-518,367	0,000	-0,247	-5,202	770,919
1,5	-833,614	-515,818	0,000	-0,245	-5,203	1029,680
2	-841,369	-513,965	0,000	-0,245	-5,203	1286,741
2,5	-848,873	-512,326	0,000	-0,244	-5,203	1542,317
3	-855,377	-511,538	0,000	-0,243	-5,204	1797,077
3,5	-861,880	-510,750	0,000	-0,243	-5,204	2051,135
4	-867,409	-510,631	0,000	-0,243	-5,205	2304,957
4,5	-872,709	-510,669	0,000	-0,243	-5,205	2558,762
5	-877,481	-510,188	0,000	-0,243	-5,206	2812,619
5,5	-881,460	-508,927	0,000	-0,242	-5,206	3066,233
6	-885,232	-507,753	0,000	-0,242	-5,207	3319,333
6,5	-888,420	-506,824	0,000	-0,241	-5,207	3572,190
7	-891,471	-505,917	0,000	-0,241	-5,207	3824,734
7,5	-893,632	-505,159	0,000	-0,240	-5,208	4077,172
8	-895,794	-504,401	0,000	-0,240	-5,208	4329,371
8,5	-892,163	-502,662	0,000	-0,239	-5,209	4581,175
9	-888,499	-500,918	0,000	-0,238	-5,209	4831,774
9,5	-890,846	-431,393	0,000	-0,205	-5,210	5067,550
10	-886,531	-350,414	0,000	-0,167	-5,210	5261,908
10,5	-878,595	-269,909	0,000	-0,129	-5,210	5414,633
11	-866,551	-186,809	0,000	-0,089	-5,211	5525,438
11,5	-850,151	-104,041	0,000	-0,050	-5,211	5593,522
12	-830,966	-24,273	0,000	-0,012	-5,212	5621,321
12,5	-822,108	16,573	0,000	0,007	-5,212	5616,886
13	-823,388	14,439	0,000	0,006	-5,213	5609,165
13,5	-822,651	11,986	0,000	0,005	-5,213	5602,611
14	-820,603	9,326	0,000	0,004	-5,214	5597,577
14,5	-817,560	6,781	0,000	0,003	-5,214	5594,195



15	-814,156	4,277	0,000	0,001	-5,214	5592,284
15,5	-809,516	2,112	0,000	0,000	-5,215	5592,010
16	-804,696	-0,002	0,000	-0,001	-5,215	5592,917
16,5	-798,532	-1,487	0,000	-0,001	-5,216	5595,123
17	-792,210	-2,865	0,000	-0,002	-5,216	5598,020
17,5	-784,817	-3,504	0,000	-0,002	-5,217	5601,466
18	-777,112	-3,865	0,000	-0,002	-5,217	5604,949
18,5	-768,547	-3,459	0,000	-0,002	-5,218	5608,009
19	-760,303	-2,740	0,000	-0,002	-5,218	5610,192
19,5	-752,552	-1,541	0,000	-0,001	-5,218	5611,069
20	-751,341	39,304	0,000	0,018	-5,219	5606,255
20,5	-750,595	115,811	0,000	0,054	-5,219	5567,323
21	-744,848	192,460	0,000	0,091	-5,220	5488,631
21,5	-735,677	266,603	0,000	0,126	-5,220	5370,781
22	-723,898	336,150	0,000	0,159	-5,221	5216,599
22,5	-709,594	403,861	0,000	0,191	-5,221	5027,991
23	-698,133	461,993	0,000	0,219	-5,222	4807,722
23,5	-698,418	467,835	0,000	0,221	-5,222	4575,288
24	-698,691	473,676	0,000	0,224	-5,222	4339,908
24,5	-696,774	479,259	0,000	0,227	-5,223	4101,844
25	-694,857	484,843	0,000	0,230	-5,223	3861,111
25,5	-692,219	490,562	0,000	0,232	-5,224	3617,815
26	-689,471	496,301	0,000	0,235	-5,224	3371,778
26,5	-685,967	502,252	0,000	0,238	-5,225	3123,133
27	-682,195	508,277	0,000	0,241	-5,225	2871,605
27,5	-677,898	513,738	0,000	0,243	-5,226	2617,337
28	-673,252	518,823	0,000	0,246	-5,226	2360,530
28,5	-668,391	524,048	0,000	0,248	-5,226	2101,151
29	-662,620	529,866	0,000	0,251	-5,227	1839,016
29,5	-656,850	535,684	0,000	0,254	-5,227	1573,699
30	-650,343	542,228	0,000	0,257	-5,228	1305,085
30,5	-643,651	548,955	0,000	0,260	-5,228	1032,622
31	-637,178	555,957	0,000	0,263	-5,229	756,235
31,5	-631,045	563,392	0,000	0,267	-5,229	475,555
32	-624,911	570,827	0,000	0,270	-5,230	190,473



Esfuerzos combinación poco probable flector máximo:

Station	P	V2	V3	T	M2	M3
0	-981,239	-560,324	0,000	-0,267	-5,763	299,082
0,5	-994,561	-558,446	0,000	-0,266	-5,763	582,092
1	-1007,884	-556,568	0,000	-0,265	-5,764	862,677
1,5	-1018,862	-556,020	0,000	-0,265	-5,764	1141,086
2	-1028,340	-556,322	0,000	-0,265	-5,765	1418,701
2,5	-1037,512	-556,884	0,000	-0,265	-5,766	1695,785
3	-1045,460	-558,488	0,000	-0,266	-5,766	1973,154
3,5	-1053,409	-560,091	0,000	-0,267	-5,767	2250,948
4	-1060,167	-562,512	0,000	-0,268	-5,767	2529,737
4,5	-1066,644	-565,125	0,000	-0,269	-5,768	2809,788
5	-1072,476	-567,103	0,000	-0,270	-5,768	3091,187
5,5	-1077,340	-568,128	0,000	-0,270	-5,769	3373,570
6	-1081,950	-569,260	0,000	-0,271	-5,769	3656,610
6,5	-1085,846	-570,690	0,000	-0,272	-5,770	3940,636
7	-1089,575	-572,149	0,000	-0,272	-5,770	4225,561
7,5	-1092,217	-573,788	0,000	-0,273	-5,771	4511,641
8	-1094,859	-575,428	0,000	-0,274	-5,772	4798,712
8,5	-1090,422	-575,870	0,000	-0,274	-5,772	5086,582
9	-1085,943	-576,304	0,000	-0,274	-5,773	5374,264
9,5	-1088,812	-493,895	0,000	-0,235	-5,773	5645,112
10	-1083,538	-397,487	0,000	-0,189	-5,774	5866,621
10,5	-1073,838	-301,658	0,000	-0,144	-5,774	6038,529
11	-1059,118	-202,658	0,000	-0,097	-5,775	6160,483
11,5	-1039,073	-104,064	0,000	-0,050	-5,775	6231,506
12	-1015,625	-9,137	0,000	-0,005	-5,776	6254,576
12,5	-1004,799	38,220	0,000	0,017	-5,776	6239,531
13	-1006,363	33,046	0,000	0,015	-5,777	6221,754
13,5	-1005,462	27,482	0,000	0,012	-5,777	6206,687
14	-1002,959	21,664	0,000	0,010	-5,778	6194,760
14,5	-999,240	15,986	0,000	0,007	-5,779	6186,135
15	-995,079	10,360	0,000	0,004	-5,779	6180,591
15,5	-989,409	5,148	0,000	0,002	-5,780	6178,332
16	-983,518	-0,003	0,000	-0,001	-5,780	6178,798
16,5	-975,983	-4,384	0,000	-0,003	-5,781	6182,136
17	-968,257	-8,634	0,000	-0,005	-5,781	6187,602
17,5	-959,221	-11,982	0,000	-0,006	-5,782	6195,021
18	-949,803	-14,990	0,000	-0,008	-5,782	6203,770
18,5	-939,335	-17,060	0,000	-0,009	-5,783	6213,285
19	-929,259	-18,748	0,000	-0,010	-5,783	6223,010
19,5	-919,786	-19,848	0,000	-0,010	-5,784	6232,423
20	-918,306	27,508	0,000	0,012	-5,784	6236,162



20,5	-917,394	118,450	0,000	0,056	-5,785	6199,486
21	-910,370	209,565	0,000	0,099	-5,786	6115,497
21,5	-899,160	297,618	0,000	0,141	-5,786	5984,931
22	-884,765	380,054	0,000	0,180	-5,787	5811,244
22,5	-867,281	460,246	0,000	0,218	-5,787	5596,763
23	-853,273	528,729	0,000	0,250	-5,788	5344,868
23,5	-853,622	533,303	0,000	0,252	-5,788	5079,388
24	-853,956	537,875	0,000	0,255	-5,789	4811,590
24,5	-851,612	542,133	0,000	0,257	-5,789	4541,795
25	-849,269	546,391	0,000	0,259	-5,790	4270,022
25,5	-846,046	550,814	0,000	0,261	-5,790	3996,399
26	-842,687	555,263	0,000	0,263	-5,791	3720,709
26,5	-838,404	559,970	0,000	0,265	-5,792	3443,115
27	-833,794	564,767	0,000	0,267	-5,792	3163,281
27,5	-828,543	568,876	0,000	0,269	-5,793	2881,380
28	-822,863	572,524	0,000	0,271	-5,793	2597,659
28,5	-816,922	576,344	0,000	0,273	-5,794	2312,078
29	-809,869	580,888	0,000	0,275	-5,794	2024,412
29,5	-802,816	585,433	0,000	0,277	-5,795	1734,141
30	-794,863	590,865	0,000	0,280	-5,795	1441,122
30,5	-786,685	596,520	0,000	0,282	-5,796	1144,682
31	-778,773	602,513	0,000	0,285	-5,796	844,730
31,5	-771,277	609,033	0,000	0,288	-5,797	540,813
32	-763,780	615,553	0,000	0,291	-5,797	232,800

:

Combinación de esfuerzos frecuente flector mínimo:

Station	P	V2	V3	T	M2	M3
0	-802,832	-525,639	0,000	-0,250	-5,201	244,703
0,5	-813,732	-522,003	0,000	-0,248	-5,202	509,328
1	-824,632	-518,367	0,000	-0,247	-5,202	770,919
1,5	-833,614	-515,818	0,000	-0,245	-5,203	1029,680
2	-841,369	-513,965	0,000	-0,245	-5,203	1286,741
2,5	-848,873	-512,326	0,000	-0,244	-5,203	1542,317
3	-855,377	-511,538	0,000	-0,243	-5,204	1797,077
3,5	-861,880	-510,750	0,000	-0,243	-5,204	2051,135
4	-867,409	-510,631	0,000	-0,243	-5,205	2304,957
4,5	-872,709	-510,669	0,000	-0,243	-5,205	2558,762



5	-877,481	-510,188	0,000	-0,243	-5,206	2812,619
5,5	-881,460	-508,927	0,000	-0,242	-5,206	3066,233
6	-885,232	-507,753	0,000	-0,242	-5,207	3319,333
6,5	-888,420	-506,824	0,000	-0,241	-5,207	3572,190
7	-891,471	-505,917	0,000	-0,241	-5,207	3824,734
7,5	-893,632	-505,159	0,000	-0,240	-5,208	4077,172
8	-895,794	-504,401	0,000	-0,240	-5,208	4329,371
8,5	-892,163	-502,662	0,000	-0,239	-5,209	4581,175
9	-888,499	-500,918	0,000	-0,238	-5,209	4831,774
9,5	-890,846	-431,393	0,000	-0,205	-5,210	5067,550
10	-886,531	-350,414	0,000	-0,167	-5,210	5261,908
10,5	-878,595	-269,909	0,000	-0,129	-5,210	5414,633
11	-866,551	-186,809	0,000	-0,089	-5,211	5525,438
11,5	-850,151	-104,041	0,000	-0,050	-5,211	5593,522
12	-830,966	-24,273	0,000	-0,012	-5,212	5621,321
12,5	-822,108	16,573	0,000	0,007	-5,212	5616,886
13	-823,388	14,439	0,000	0,006	-5,213	5609,165
13,5	-822,651	11,986	0,000	0,005	-5,213	5602,611
14	-820,603	9,326	0,000	0,004	-5,214	5597,577
14,5	-817,560	6,781	0,000	0,003	-5,214	5594,195
15	-814,156	4,277	0,000	0,001	-5,214	5592,284
15,5	-809,516	2,112	0,000	0,000	-5,215	5592,010
16	-804,696	-0,002	0,000	-0,001	-5,215	5592,917
16,5	-798,532	-1,487	0,000	-0,001	-5,216	5595,123
17	-792,210	-2,865	0,000	-0,002	-5,216	5598,020
17,5	-784,817	-3,504	0,000	-0,002	-5,217	5601,466
18	-777,112	-3,865	0,000	-0,002	-5,217	5604,949
18,5	-768,547	-3,459	0,000	-0,002	-5,218	5608,009
19	-760,303	-2,740	0,000	-0,002	-5,218	5610,192
19,5	-752,552	-1,541	0,000	-0,001	-5,218	5611,069
20	-751,341	39,304	0,000	0,018	-5,219	5606,255
20,5	-750,595	115,811	0,000	0,054	-5,219	5567,323
21	-744,848	192,460	0,000	0,091	-5,220	5488,631
21,5	-735,677	266,603	0,000	0,126	-5,220	5370,781
22	-723,898	336,150	0,000	0,159	-5,221	5216,599
22,5	-709,594	403,861	0,000	0,191	-5,221	5027,991
23	-698,133	461,993	0,000	0,219	-5,222	4807,722
23,5	-698,418	467,835	0,000	0,221	-5,222	4575,288
24	-698,691	473,676	0,000	0,224	-5,222	4339,908
24,5	-696,774	479,259	0,000	0,227	-5,223	4101,844
25	-694,857	484,843	0,000	0,230	-5,223	3861,111
25,5	-692,219	490,562	0,000	0,232	-5,224	3617,815
26	-689,471	496,301	0,000	0,235	-5,224	3371,778
26,5	-685,967	502,252	0,000	0,238	-5,225	3123,133



27	-682,195	508,277	0,000	0,241	-5,225	2871,605
27,5	-677,898	513,738	0,000	0,243	-5,226	2617,337
28	-673,252	518,823	0,000	0,246	-5,226	2360,530
28,5	-668,391	524,048	0,000	0,248	-5,226	2101,151
29	-662,620	529,866	0,000	0,251	-5,227	1839,016
29,5	-656,850	535,684	0,000	0,254	-5,227	1573,699
30	-650,343	542,228	0,000	0,257	-5,228	1305,085
30,5	-643,651	548,955	0,000	0,260	-5,228	1032,622
31	-637,178	555,957	0,000	0,263	-5,229	756,235
31,5	-631,045	563,392	0,000	0,267	-5,229	475,555
32	-624,911	570,827	0,000	0,270	-5,230	190,473

Esfuerzos combinación frecuente flector máximo:

Station	P	V2	V3	T	M2	M3
0	-981,239	-520,324	0,000	-0,248	-5,473	299,082
0,5	-994,561	-519,696	0,000	-0,247	-5,474	562,404
1	-1007,884	-519,068	0,000	-0,247	-5,475	823,927
1,5	-1018,862	-519,770	0,000	-0,247	-5,475	1083,899
2	-1028,340	-521,322	0,000	-0,248	-5,476	1343,701
2,5	-1037,512	-523,134	0,000	-0,249	-5,476	1603,598
3	-1045,460	-525,988	0,000	-0,250	-5,477	1864,404
3,5	-1053,409	-528,841	0,000	-0,252	-5,477	2126,260
4	-1060,167	-532,512	0,000	-0,253	-5,478	2389,737
4,5	-1066,644	-536,375	0,000	-0,255	-5,478	2655,101
5	-1072,476	-539,603	0,000	-0,257	-5,479	2922,437
5,5	-1077,340	-541,878	0,000	-0,258	-5,479	3191,383
6	-1081,950	-544,260	0,000	-0,259	-5,480	3461,610
6,5	-1085,846	-546,940	0,000	-0,260	-5,480	3733,448
7	-1089,575	-549,649	0,000	-0,262	-5,481	4006,811
7,5	-1092,217	-552,538	0,000	-0,263	-5,482	4281,953
8	-1094,859	-555,428	0,000	-0,264	-5,482	4558,712
8,5	-1090,422	-557,120	0,000	-0,265	-5,483	4836,895
9	-1085,943	-558,804	0,000	-0,266	-5,483	5115,514
9,5	-1088,812	-477,645	0,000	-0,227	-5,484	5377,925
10	-1083,538	-382,487	0,000	-0,182	-5,484	5591,621
10,5	-1073,838	-287,908	0,000	-0,137	-5,485	5756,341
11	-1059,118	-190,158	0,000	-0,091	-5,485	5871,733
11,5	-1039,073	-92,814	0,000	-0,045	-5,486	5936,819
12	-1015,625	0,863	0,000	0,000	-5,486	5954,576



12,5	-1004,799	46,970	0,000	0,022	-5,487	5934,844
13	-1006,363	40,546	0,000	0,019	-5,488	5913,004
13,5	-1005,462	33,732	0,000	0,015	-5,488	5894,499
14	-1002,959	26,664	0,000	0,012	-5,489	5879,760
14,5	-999,240	19,736	0,000	0,009	-5,489	5868,947
15	-995,079	12,860	0,000	0,005	-5,490	5861,841
15,5	-989,409	6,398	0,000	0,002	-5,490	5858,644
16	-983,518	-0,003	0,000	-0,001	-5,491	5858,798
16,5	-975,983	-5,634	0,000	-0,003	-5,491	5862,449
17	-968,257	-11,134	0,000	-0,006	-5,492	5868,852
17,5	-959,221	-15,732	0,000	-0,008	-5,492	5877,834
18	-949,803	-19,990	0,000	-0,010	-5,493	5888,770
18,5	-939,335	-23,310	0,000	-0,012	-5,493	5901,097
19	-929,259	-26,248	0,000	-0,013	-5,494	5914,260
19,5	-919,786	-28,598	0,000	-0,014	-5,495	5927,735
20	-918,306	17,508	0,000	0,008	-5,495	5936,162
20,5	-917,394	107,200	0,000	0,050	-5,496	5904,799
21	-910,370	197,065	0,000	0,093	-5,496	5826,747
21,5	-899,160	283,868	0,000	0,134	-5,497	5702,744
22	-884,765	365,054	0,000	0,173	-5,497	5536,244
22,5	-867,281	443,996	0,000	0,210	-5,498	5329,575
23	-853,273	511,229	0,000	0,242	-5,498	5086,118
23,5	-853,622	514,553	0,000	0,244	-5,499	4829,701
24	-853,956	517,875	0,000	0,245	-5,499	4571,590
24,5	-851,612	520,883	0,000	0,247	-5,500	4312,108
25	-849,269	523,891	0,000	0,248	-5,500	4051,272
25,5	-846,046	527,064	0,000	0,249	-5,501	3789,212
26	-842,687	530,263	0,000	0,251	-5,502	3525,709
26,5	-838,404	533,720	0,000	0,253	-5,502	3260,927
27	-833,794	537,267	0,000	0,254	-5,503	2994,531
27,5	-828,543	540,126	0,000	0,256	-5,503	2726,692
28	-822,863	542,524	0,000	0,257	-5,504	2457,659
28,5	-816,922	545,094	0,000	0,258	-5,504	2187,391
29	-809,869	548,388	0,000	0,260	-5,505	1915,662
29,5	-802,816	551,683	0,000	0,261	-5,505	1641,953
30	-794,863	555,865	0,000	0,263	-5,506	1366,122
30,5	-786,685	560,270	0,000	0,265	-5,506	1087,494
31	-778,773	565,013	0,000	0,268	-5,507	805,980
31,5	-771,277	570,283	0,000	0,270	-5,508	521,126
32	-763,780	575,553	0,000	0,273	-5,508	232,800



Esfuerzos combinación cuasipermanente flector mínimo:

Station	P	V2	V3	T	M2	M3
0	-802,832	-525,639	0,000	-0,250	-5,201	244,703
0,5	-813,732	-522,003	0,000	-0,248	-5,202	509,328
1	-824,632	-518,367	0,000	-0,247	-5,202	770,919
1,5	-833,614	-515,818	0,000	-0,245	-5,203	1029,680
2	-841,369	-513,965	0,000	-0,245	-5,203	1286,741
2,5	-848,873	-512,326	0,000	-0,244	-5,203	1542,317
3	-855,377	-511,538	0,000	-0,243	-5,204	1797,077
3,5	-861,880	-510,750	0,000	-0,243	-5,204	2051,135
4	-867,409	-510,631	0,000	-0,243	-5,205	2304,957
4,5	-872,709	-510,669	0,000	-0,243	-5,205	2558,762
5	-877,481	-510,188	0,000	-0,243	-5,206	2812,619
5,5	-881,460	-508,927	0,000	-0,242	-5,206	3066,233
6	-885,232	-507,753	0,000	-0,242	-5,207	3319,333
6,5	-888,420	-506,824	0,000	-0,241	-5,207	3572,190
7	-891,471	-505,917	0,000	-0,241	-5,207	3824,734
7,5	-893,632	-505,159	0,000	-0,240	-5,208	4077,172
8	-895,794	-504,401	0,000	-0,240	-5,208	4329,371
8,5	-892,163	-502,662	0,000	-0,239	-5,209	4581,175
9	-888,499	-500,918	0,000	-0,238	-5,209	4831,774
9,5	-890,846	-431,393	0,000	-0,205	-5,210	5067,550
10	-886,531	-350,414	0,000	-0,167	-5,210	5261,908
10,5	-878,595	-269,909	0,000	-0,129	-5,210	5414,633
11	-866,551	-186,809	0,000	-0,089	-5,211	5525,438
11,5	-850,151	-104,041	0,000	-0,050	-5,211	5593,522
12	-830,966	-24,273	0,000	-0,012	-5,212	5621,321
12,5	-822,108	16,573	0,000	0,007	-5,212	5616,886
13	-823,388	14,439	0,000	0,006	-5,213	5609,165
13,5	-822,651	11,986	0,000	0,005	-5,213	5602,611
14	-820,603	9,326	0,000	0,004	-5,214	5597,577
14,5	-817,560	6,781	0,000	0,003	-5,214	5594,195
15	-814,156	4,277	0,000	0,001	-5,214	5592,284
15,5	-809,516	2,112	0,000	0,000	-5,215	5592,010
16	-804,696	-0,002	0,000	-0,001	-5,215	5592,917
16,5	-798,532	-1,487	0,000	-0,001	-5,216	5595,123
17	-792,210	-2,865	0,000	-0,002	-5,216	5598,020
17,5	-784,817	-3,504	0,000	-0,002	-5,217	5601,466
18	-777,112	-3,865	0,000	-0,002	-5,217	5604,949
18,5	-768,547	-3,459	0,000	-0,002	-5,218	5608,009
19	-760,303	-2,740	0,000	-0,002	-5,218	5610,192
19,5	-752,552	-1,541	0,000	-0,001	-5,218	5611,069
20	-751,341	39,304	0,000	0,018	-5,219	5606,255



20,5	-750,595	115,811	0,000	0,054	-5,219	5567,323
21	-744,848	192,460	0,000	0,091	-5,220	5488,631
21,5	-735,677	266,603	0,000	0,126	-5,220	5370,781
22	-723,898	336,150	0,000	0,159	-5,221	5216,599
22,5	-709,594	403,861	0,000	0,191	-5,221	5027,991
23	-698,133	461,993	0,000	0,219	-5,222	4807,722
23,5	-698,418	467,835	0,000	0,221	-5,222	4575,288
24	-698,691	473,676	0,000	0,224	-5,222	4339,908
24,5	-696,774	479,259	0,000	0,227	-5,223	4101,844
25	-694,857	484,843	0,000	0,230	-5,223	3861,111
25,5	-692,219	490,562	0,000	0,232	-5,224	3617,815
26	-689,471	496,301	0,000	0,235	-5,224	3371,778
26,5	-685,967	502,252	0,000	0,238	-5,225	3123,133
27	-682,195	508,277	0,000	0,241	-5,225	2871,605
27,5	-677,898	513,738	0,000	0,243	-5,226	2617,337
28	-673,252	518,823	0,000	0,246	-5,226	2360,530
28,5	-668,391	524,048	0,000	0,248	-5,226	2101,151
29	-662,620	529,866	0,000	0,251	-5,227	1839,016
29,5	-656,850	535,684	0,000	0,254	-5,227	1573,699
30	-650,343	542,228	0,000	0,257	-5,228	1305,085
30,5	-643,651	548,955	0,000	0,260	-5,228	1032,622
31	-637,178	555,957	0,000	0,263	-5,229	756,235
31,5	-631,045	563,392	0,000	0,267	-5,229	475,555
32	-624,911	570,827	0,000	0,270	-5,230	190,473

Esfuerzos combinación cuasipermanente flector máximo:

Station	P	V2	V3	T	M2	M3
0	-981,239	-504,324	0,000	-0,240	-5,358	299,082
0,5	-994,561	-504,196	0,000	-0,240	-5,358	554,529
1	-1007,884	-504,068	0,000	-0,240	-5,359	808,427
1,5	-1018,862	-505,270	0,000	-0,241	-5,359	1061,024
2	-1028,340	-507,322	0,000	-0,241	-5,360	1313,701
2,5	-1037,512	-509,634	0,000	-0,243	-5,360	1566,723
3	-1045,460	-512,988	0,000	-0,244	-5,361	1820,904
3,5	-1053,409	-516,341	0,000	-0,246	-5,361	2076,385
4	-1060,167	-520,512	0,000	-0,248	-5,362	2333,737



4,5	-1066,644	-524,875	0,000	-0,250	-5,363	2593,226
5	-1072,476	-528,603	0,000	-0,252	-5,363	2854,937
5,5	-1077,340	-531,378	0,000	-0,253	-5,364	3118,508
6	-1081,950	-534,260	0,000	-0,254	-5,364	3383,610
6,5	-1085,846	-537,440	0,000	-0,256	-5,365	3650,573
7	-1089,575	-540,649	0,000	-0,257	-5,365	3919,311
7,5	-1092,217	-544,038	0,000	-0,259	-5,366	4190,078
8	-1094,859	-547,428	0,000	-0,261	-5,366	4462,712
8,5	-1090,422	-549,620	0,000	-0,262	-5,367	4737,020
9	-1085,943	-551,804	0,000	-0,263	-5,367	5012,014
9,5	-1088,812	-471,145	0,000	-0,224	-5,368	5271,050
10	-1083,538	-376,487	0,000	-0,179	-5,369	5481,621
10,5	-1073,838	-282,408	0,000	-0,135	-5,369	5643,466
11	-1059,118	-185,158	0,000	-0,089	-5,370	5756,233
11,5	-1039,073	-88,314	0,000	-0,043	-5,370	5818,944
12	-1015,625	4,863	0,000	0,002	-5,371	5834,576
12,5	-1004,799	50,470	0,000	0,023	-5,371	5812,969
13	-1006,363	43,546	0,000	0,020	-5,372	5789,504
13,5	-1005,462	36,232	0,000	0,017	-5,372	5769,624
14	-1002,959	28,664	0,000	0,013	-5,373	5753,760
14,5	-999,240	21,236	0,000	0,009	-5,373	5742,072
15	-995,079	13,860	0,000	0,006	-5,374	5734,341
15,5	-989,409	6,898	0,000	0,003	-5,374	5730,769
16	-983,518	-0,003	0,000	-0,001	-5,375	5730,798
16,5	-975,983	-6,134	0,000	-0,004	-5,376	5734,574
17	-968,257	-12,134	0,000	-0,006	-5,376	5741,352
17,5	-959,221	-17,232	0,000	-0,009	-5,377	5750,959
18	-949,803	-21,990	0,000	-0,011	-5,377	5762,770
18,5	-939,335	-25,810	0,000	-0,013	-5,378	5776,222
19	-929,259	-29,248	0,000	-0,015	-5,378	5790,760
19,5	-919,786	-32,098	0,000	-0,016	-5,379	5805,860
20	-918,306	13,508	0,000	0,006	-5,379	5816,162
20,5	-917,394	102,700	0,000	0,048	-5,380	5786,924
21	-910,370	192,065	0,000	0,090	-5,380	5711,247
21,5	-899,160	278,368	0,000	0,131	-5,381	5589,869
22	-884,765	359,054	0,000	0,170	-5,381	5426,244
22,5	-867,281	437,496	0,000	0,207	-5,382	5222,700
23	-853,273	504,229	0,000	0,239	-5,383	4982,618
23,5	-853,622	507,053	0,000	0,240	-5,383	4729,826
24	-853,956	509,875	0,000	0,241	-5,384	4475,590
24,5	-851,612	512,383	0,000	0,243	-5,384	4220,233
25	-849,269	514,891	0,000	0,244	-5,385	3963,772
25,5	-846,046	517,564	0,000	0,245	-5,385	3706,337
26	-842,687	520,263	0,000	0,246	-5,386	3447,709



26,5	-838,404	523,220	0,000	0,248	-5,386	3188,052
27	-833,794	526,267	0,000	0,249	-5,387	2927,031
27,5	-828,543	528,626	0,000	0,250	-5,387	2664,817
28	-822,863	530,524	0,000	0,251	-5,388	2401,659
28,5	-816,922	532,594	0,000	0,252	-5,389	2137,516
29	-809,869	535,388	0,000	0,253	-5,389	1872,162
29,5	-802,816	538,183	0,000	0,255	-5,390	1605,078
30	-794,863	541,865	0,000	0,257	-5,390	1336,122
30,5	-786,685	545,770	0,000	0,258	-5,391	1064,619
31	-778,773	550,013	0,000	0,260	-5,391	790,480
31,5	-771,277	554,783	0,000	0,263	-5,392	513,251
32	-763,780	559,553	0,000	0,265	-5,392	232,800

ENVOLVENTES DE ESFUERZO EN ROTURA

En las tablas que se adjuntan a continuación indican los coeficientes de seguridad así como los esfuerzos flectores y cortantes máximos y mínimos correspondientes a las hipótesis de combinación de esfuerzos en Estados Límites Últimos.

	PP	CM	SU	VIENTO	PRETENSADO
FAVORABLE	1	1	0	0	1
DESFAVORABLE	1.35	1.35	1.5	1.5	1

Situación persistente o transitoria flector mínimo

Station	P	V2	V3	T	M2	M3
0	-892,035	-382,982	0,000	-0,182	-4,324	271,892
0,5	-904,147	-385,225	0,000	-0,183	-4,325	466,960
1	-916,258	-387,468	0,000	-0,185	-4,325	661,798
1,5	-926,238	-390,919	0,000	-0,186	-4,326	856,633
2	-934,854	-395,144	0,000	-0,188	-4,326	1052,721
2,5	-943,192	-399,605	0,000	-0,190	-4,327	1250,301
3	-950,418	-405,013	0,000	-0,193	-4,327	1450,115
3,5	-957,644	-410,421	0,000	-0,195	-4,328	1652,291
4	-963,788	-416,571	0,000	-0,198	-4,328	1857,347
4,5	-969,677	-422,897	0,000	-0,201	-4,329	2065,525
5	-974,978	-428,645	0,000	-0,204	-4,329	2276,903
5,5	-979,400	-433,528	0,000	-0,206	-4,330	2491,151
6	-983,591	-438,506	0,000	-0,209	-4,330	2707,972



6,5	-987,133	-443,757	0,000	-0,211	-4,331	2927,663
7	-990,523	-449,033	0,000	-0,214	-4,331	3150,147
7,5	-992,925	-454,474	0,000	-0,216	-4,332	3375,656
8	-995,327	-459,915	0,000	-0,219	-4,332	3604,042
8,5	-991,292	-464,266	0,000	-0,221	-4,333	3835,129
9	-987,221	-468,611	0,000	-0,223	-4,333	4068,019
9,5	-989,829	-397,644	0,000	-0,189	-4,334	4287,581
10	-985,035	-313,951	0,000	-0,150	-4,334	4464,265
10,5	-976,216	-230,783	0,000	-0,110	-4,335	4597,831
11	-962,835	-144,733	0,000	-0,069	-4,335	4687,960
11,5	-944,612	-59,053	0,000	-0,029	-4,336	4733,764
12	-923,296	23,295	0,000	0,010	-4,336	4737,949
12,5	-913,453	62,396	0,000	0,029	-4,337	4709,459
13	-914,875	53,742	0,000	0,025	-4,337	4680,459
13,5	-914,056	44,734	0,000	0,021	-4,338	4655,899
14	-911,781	35,495	0,000	0,016	-4,338	4636,169
14,5	-908,400	26,383	0,000	0,012	-4,339	4621,415
15	-904,617	17,318	0,000	0,008	-4,339	4611,438
15,5	-899,462	8,630	0,000	0,003	-4,340	4606,421
16	-894,107	-0,003	0,000	-0,001	-4,340	4605,857
16,5	-887,257	-7,936	0,000	-0,004	-4,341	4609,880
17	-880,234	-15,749	0,000	-0,008	-4,341	4617,811
17,5	-872,019	-22,743	0,000	-0,011	-4,342	4629,494
18	-863,457	-29,428	0,000	-0,015	-4,342	4644,360
18,5	-853,941	-35,259	0,000	-0,017	-4,343	4661,897
19	-844,781	-40,744	0,000	-0,020	-4,343	4681,601
19,5	-836,169	-45,695	0,000	-0,022	-4,344	4702,996
20	-834,824	-6,594	0,000	-0,004	-4,344	4721,209
20,5	-833,995	72,131	0,000	0,034	-4,345	4704,655
21	-827,609	151,012	0,000	0,071	-4,345	4647,064
21,5	-817,418	227,110	0,000	0,107	-4,346	4549,106
22	-804,332	298,102	0,000	0,141	-4,346	4413,922
22,5	-788,437	367,053	0,000	0,174	-4,347	4243,627
23	-775,703	425,361	0,000	0,201	-4,347	4041,295
23,5	-776,020	425,569	0,000	0,201	-4,348	3828,588
24	-776,323	425,775	0,000	0,201	-4,348	3615,749
24,5	-774,193	425,696	0,000	0,201	-4,349	3403,069
25	-772,063	425,617	0,000	0,201	-4,349	3190,567
25,5	-769,133	425,688	0,000	0,201	-4,349	2978,357
26	-766,079	425,782	0,000	0,201	-4,350	2766,244
26,5	-762,185	426,111	0,000	0,202	-4,350	2554,374
27	-757,995	426,522	0,000	0,202	-4,351	2342,443
27,5	-753,221	426,307	0,000	0,202	-4,351	2130,608
28	-748,058	425,674	0,000	0,201	-4,352	1919,094



28,5	-742,657	425,196	0,000	0,201	-4,352	1707,864
29	-736,245	425,377	0,000	0,201	-4,353	1496,714
29,5	-729,833	425,558	0,000	0,201	-4,353	1285,170
30	-722,603	426,547	0,000	0,202	-4,354	1073,104
30,5	-715,168	427,737	0,000	0,202	-4,354	859,902
31	-707,975	429,235	0,000	0,203	-4,355	645,483
31,5	-701,161	431,212	0,000	0,204	-4,355	429,434
32	-694,346	433,190	0,000	0,205	-4,356	211,637

Situación persistente o transitoria flector máximo:

Station	P	V2	V3	T	M2	M3
0	-892,035	-878,327	0,000	-0,418	-7,908	271,892
0,5	-904,147	-865,090	0,000	-0,411	-7,909	710,762
1	-916,258	-851,853	0,000	-0,405	-7,909	1141,663
1,5	-926,238	-839,825	0,000	-0,399	-7,910	1564,821
2	-934,854	-828,570	0,000	-0,394	-7,910	1981,492
2,5	-943,192	-817,552	0,000	-0,389	-7,911	2391,916
3	-950,418	-807,480	0,000	-0,384	-7,911	2796,834
3,5	-957,644	-797,409	0,000	-0,379	-7,912	3196,374
4	-963,788	-788,080	0,000	-0,375	-7,912	3591,054
4,5	-969,677	-778,926	0,000	-0,370	-7,913	3981,116
5	-974,978	-769,195	0,000	-0,366	-7,913	4366,639
5,5	-979,400	-758,598	0,000	-0,361	-7,914	4747,292
6	-983,591	-748,097	0,000	-0,356	-7,914	5122,777
6,5	-987,133	-737,868	0,000	-0,351	-7,915	5493,394
7	-990,523	-727,664	0,000	-0,346	-7,915	5859,064
7,5	-992,925	-717,626	0,000	-0,341	-7,916	6220,019
8	-995,327	-707,587	0,000	-0,336	-7,916	6576,110
8,5	-991,292	-696,459	0,000	-0,331	-7,917	6927,163
9	-987,221	-685,324	0,000	-0,326	-7,917	7272,280
9,5	-989,829	-598,878	0,000	-0,285	-7,918	7596,329
10	-985,035	-499,705	0,000	-0,238	-7,918	7869,759
10,5	-976,216	-401,058	0,000	-0,191	-7,919	8092,333
11	-962,835	-299,529	0,000	-0,143	-7,919	8263,730
11,5	-944,612	-198,369	0,000	-0,095	-7,920	8383,061
12	-923,296	-100,541	0,000	-0,048	-7,920	8453,034
12,5	-913,453	-45,960	0,000	-0,022	-7,921	8482,592



13	-914,875	-39,135	0,000	-0,019	-7,921	8503,901
13,5	-914,056	-32,664	0,000	-0,016	-7,922	8521,910
14	-911,781	-26,423	0,000	-0,013	-7,922	8537,008
14,5	-908,400	-20,055	0,000	-0,010	-7,922	8549,343
15	-904,617	-13,641	0,000	-0,007	-7,923	8558,716
15,5	-899,462	-6,849	0,000	-0,004	-7,923	8565,309
16	-894,107	-0,003	0,000	-0,001	-7,924	8568,615
16,5	-887,257	7,544	0,000	0,003	-7,924	8568,768
17	-880,234	15,210	0,000	0,007	-7,925	8565,089
17,5	-872,019	23,695	0,000	0,011	-7,925	8557,422
18	-863,457	32,491	0,000	0,015	-7,926	8545,199
18,5	-853,941	42,138	0,000	0,019	-7,926	8527,908
19	-844,781	52,133	0,000	0,024	-7,927	8505,043
19,5	-836,169	62,662	0,000	0,029	-7,927	8476,130
20	-834,824	117,242	0,000	0,055	-7,928	8436,294
20,5	-833,995	211,446	0,000	0,100	-7,928	8353,952
21	-827,609	305,807	0,000	0,145	-7,929	8222,834
21,5	-817,418	397,385	0,000	0,188	-7,929	8043,608
22	-804,332	483,856	0,000	0,229	-7,930	7819,416
22,5	-788,437	568,287	0,000	0,269	-7,930	7552,375
23	-775,703	642,074	0,000	0,304	-7,931	7245,556
23,5	-776,020	657,762	0,000	0,312	-7,931	6920,623
24	-776,323	673,448	0,000	0,319	-7,932	6587,818
24,5	-774,193	688,848	0,000	0,326	-7,932	6247,431
25	-772,063	704,248	0,000	0,334	-7,933	5899,483
25,5	-769,133	719,799	0,000	0,341	-7,933	5544,088
26	-766,079	735,373	0,000	0,348	-7,934	5181,049
26,5	-762,185	751,181	0,000	0,356	-7,934	4810,514
27	-757,995	767,072	0,000	0,363	-7,935	4432,178
27,5	-753,221	782,336	0,000	0,371	-7,935	4046,199
28	-748,058	797,182	0,000	0,378	-7,936	3652,801
28,5	-742,657	812,184	0,000	0,385	-7,936	3251,947
29	-736,245	827,844	0,000	0,392	-7,937	2843,432
29,5	-729,833	843,505	0,000	0,400	-7,937	2426,785
30	-722,603	859,973	0,000	0,408	-7,938	2001,875
30,5	-715,168	876,644	0,000	0,415	-7,938	1568,090
31	-707,975	893,621	0,000	0,424	-7,939	1125,348
31,5	-701,161	911,078	0,000	0,432	-7,939	673,237
32	-694,346	928,535	0,000	0,440	-7,940	211,637



Situación permanente o transitoria cortante mínimo:

Station	P	V2	V3	T	M2	M3
0	-892,035	-481,814	21,169	-0,229	107,857	271,892
0,5	-904,147	-480,968	20,507	-0,229	97,437	515,604
1	-916,258	-480,123	19,846	-0,229	87,349	757,541
1,5	-926,238	-480,485	19,184	-0,229	77,591	997,932
2	-934,854	-481,622	18,523	-0,229	68,165	1238,031
2,5	-943,192	-482,995	17,861	-0,230	59,068	1478,078
3	-950,418	-485,314	17,200	-0,231	50,303	1718,815
3,5	-957,644	-487,633	16,538	-0,232	41,868	1960,369
4	-963,788	-490,695	15,877	-0,234	33,765	2203,259
4,5	-969,677	-493,932	15,215	-0,235	25,991	2447,727
5	-974,978	-496,592	14,554	-0,236	18,549	2693,851
5,5	-979,400	-498,386	13,892	-0,237	11,437	2941,300
6	-983,591	-500,276	13,231	-0,238	4,657	3189,778
6,5	-987,133	-502,438	12,569	-0,239	-1,793	3439,582
7	-990,523	-504,626	11,908	-0,240	-7,913	3690,635
7,5	-992,925	-506,978	11,246	-0,241	-13,701	3943,168
8	-995,327	-509,331	10,585	-0,242	-19,159	4197,034
8,5	-991,292	-510,593	9,923	-0,243	-24,286	4452,056
9	-987,221	-511,850	9,262	-0,244	-29,083	4707,338
9,5	-989,829	-437,795	8,600	-0,208	-33,548	4947,748
10	-985,035	-351,013	7,939	-0,167	-37,683	5143,735
10,5	-976,216	-264,757	7,277	-0,126	-41,487	5295,060
11	-962,835	-175,618	6,616	-0,084	-44,961	5401,404
11,5	-944,612	-86,849	5,954	-0,042	-48,103	5461,878
12	-923,296	-1,413	5,293	-0,001	-50,915	5479,189
12,5	-913,453	40,777	4,631	0,019	-53,396	5462,280
13	-914,875	35,211	3,970	0,016	-55,547	5443,319
13,5	-914,056	29,292	3,308	0,013	-57,366	5427,252
14	-911,781	23,141	2,647	0,010	-58,855	5414,471
14,5	-908,400	17,118	1,985	0,008	-60,013	5405,122
15	-904,617	11,141	1,324	0,005	-60,841	5399,005
15,5	-899,462	5,542	0,662	0,002	-61,337	5396,305
16	-894,107	-0,003	0,001	-0,001	-61,503	5396,513
16,5	-887,257	-4,847	-0,661	-0,003	-61,338	5399,764
17	-880,234	-9,572	-1,322	-0,005	-60,843	5405,379
17,5	-872,019	-13,478	-1,984	-0,007	-60,016	5413,201
18	-863,457	-17,074	-2,645	-0,009	-58,859	5422,662
18,5	-853,941	-19,817	-3,307	-0,010	-57,371	5433,250
19	-844,781	-22,213	-3,968	-0,011	-55,553	5444,461
19,5	-836,169	-24,075	-4,630	-0,012	-53,403	5455,818
20	-834,824	18,114	-5,291	0,008	-50,923	5462,449



20,5	-833,995	99,927	-5,953	0,047	-48,112	5432,769
21	-827,609	181,897	-6,614	0,086	-44,971	5360,508
21,5	-817,418	261,084	-7,276	0,123	-41,498	5246,335
22	-804,332	335,164	-7,937	0,158	-37,695	5093,392
22,5	-788,437	407,204	-8,599	0,193	-33,561	4903,794
23	-775,703	468,600	-9,260	0,222	-29,097	4680,614
23,5	-776,020	471,896	-9,922	0,223	-24,301	4445,516
24	-776,323	475,191	-10,583	0,225	-19,175	4208,741
24,5	-774,193	478,201	-11,245	0,226	-13,718	3970,581
25	-772,063	481,210	-11,906	0,228	-7,931	3731,054
25,5	-769,133	484,370	-12,568	0,229	-1,812	3490,276
26	-766,079	487,552	-13,229	0,231	4,637	3248,050
26,5	-762,185	490,969	-13,891	0,232	11,417	3004,523
27	-757,995	494,469	-14,552	0,234	18,527	2759,390
27,5	-753,221	497,342	-15,214	0,235	25,969	2512,810
28	-748,058	499,798	-15,875	0,237	33,741	2265,006
28,5	-742,657	502,408	-16,537	0,238	41,844	2015,942
29	-736,245	505,678	-17,198	0,239	50,278	1765,414
29,5	-729,833	508,948	-17,860	0,241	59,042	1512,947
30	-722,603	513,025	-18,521	0,243	68,137	1258,414
30,5	-715,168	517,304	-19,183	0,245	77,563	1001,201
31	-707,975	521,890	-19,844	0,247	87,320	741,226
31,5	-701,161	526,956	-20,506	0,249	97,407	478,078
32	-694,346	532,022	-21,167	0,252	107,825	211,637

Situación permanente o transitoria cortante máximo:

Station	P	V2	V3	T	M2	M3
0	-892,035	-899,495	-21,167	-0,428	-120,957	271,892
0,5	-904,147	-885,596	-20,506	-0,421	-110,539	721,181
1	-916,258	-871,698	-19,844	-0,414	-100,452	1162,169
1,5	-926,238	-859,008	-19,183	-0,408	-90,695	1595,085
2	-934,854	-847,092	-18,521	-0,403	-81,269	2021,182
2,5	-943,192	-835,413	-17,860	-0,397	-72,174	2440,702
3	-950,418	-824,679	-17,198	-0,392	-63,410	2854,384
3,5	-957,644	-813,946	-16,537	-0,387	-54,976	3262,358
4	-963,788	-803,956	-15,875	-0,382	-46,873	3665,142
4,5	-969,677	-794,140	-15,214	-0,378	-39,101	4062,977



5	-974,978	-783,748	-14,552	-0,373	-31,660	4455,941
5,5	-979,400	-772,489	-13,891	-0,367	-24,549	4843,705
6	-983,591	-761,327	-13,229	-0,362	-17,769	5225,971
6,5	-987,133	-750,436	-12,568	-0,357	-11,320	5603,037
7	-990,523	-739,571	-11,906	-0,352	-5,202	5974,826
7,5	-992,925	-728,871	-11,245	-0,347	0,586	6341,569
8	-995,327	-718,171	-10,583	-0,342	6,043	6703,118
8,5	-991,292	-706,381	-9,922	-0,336	11,169	7059,298
9	-987,221	-694,585	-9,260	-0,330	15,964	7409,210
9,5	-989,829	-607,477	-8,599	-0,289	20,429	7737,724
10	-985,035	-507,643	-7,937	-0,242	24,563	8015,289
10,5	-976,216	-408,335	-7,276	-0,194	28,366	8241,667
11	-962,835	-306,144	-6,614	-0,146	31,838	8416,536
11,5	-944,612	-204,322	-5,953	-0,098	34,980	8539,010
12	-923,296	-105,833	-5,291	-0,051	37,791	8611,794
12,5	-913,453	-50,591	-4,630	-0,025	40,271	8643,833
13	-914,875	-43,104	-3,968	-0,021	42,420	8667,292
13,5	-914,056	-35,971	-3,307	-0,018	44,239	8687,119
14	-911,781	-29,069	-2,645	-0,014	45,727	8703,706
14,5	-908,400	-22,040	-1,984	-0,011	46,884	8717,199
15	-904,617	-14,964	-1,322	-0,008	47,710	8727,398
15,5	-899,462	-7,511	-0,661	-0,004	48,206	8734,488
16	-894,107	-0,003	0,001	-0,001	48,371	8737,959
16,5	-887,257	8,205	0,662	0,003	48,205	8737,946
17	-880,234	16,533	1,324	0,007	47,708	8733,772
17,5	-872,019	25,680	1,985	0,012	46,881	8725,278
18	-863,457	35,137	2,647	0,016	45,723	8711,897
18,5	-853,941	45,446	3,308	0,021	44,234	8693,117
19	-844,781	56,102	3,970	0,026	42,414	8668,434
19,5	-836,169	67,292	4,631	0,031	40,264	8637,370
20	-834,824	122,534	5,293	0,058	37,783	8595,054
20,5	-833,995	217,400	5,954	0,103	34,971	8509,901
21	-827,609	312,422	6,616	0,148	31,828	8375,640
21,5	-817,418	404,662	7,277	0,191	28,355	8192,942
22	-804,332	491,794	7,939	0,233	24,551	7964,946
22,5	-788,437	576,887	8,600	0,273	20,416	7693,771
23	-775,703	651,335	9,262	0,309	15,950	7382,487
23,5	-776,020	667,684	9,923	0,316	11,154	7052,757
24	-776,323	684,032	10,585	0,324	6,027	6714,826
24,5	-774,193	700,094	11,246	0,332	0,569	6368,982
25	-772,063	716,155	11,908	0,339	-5,219	6015,246
25,5	-769,133	732,367	12,569	0,347	-11,339	5653,732
26	-766,079	748,603	13,231	0,355	-17,789	5284,243
26,5	-762,185	765,072	13,892	0,363	-24,570	4906,928



27	-757,995	781,625	14,554	0,370	-31,681	4521,481
27,5	-753,221	797,550	15,215	0,378	-39,124	4128,060
28	-748,058	813,058	15,877	0,385	-46,897	3726,889
28,5	-742,657	828,721	16,538	0,393	-55,001	3317,931
29	-736,245	845,043	17,200	0,400	-63,435	2900,983
29,5	-729,833	861,366	17,861	0,408	-72,201	2475,570
30	-722,603	878,495	18,523	0,416	-81,297	2041,565
30,5	-715,168	895,827	19,184	0,425	-90,724	1598,354
31	-707,975	913,466	19,846	0,433	-100,481	1145,854
31,5	-701,161	931,584	20,507	0,442	-110,570	683,655
32	-694,346	949,703	21,169	0,450	-120,989	211,637



2.1.7.2. Esfuerzos de pretensado

Hormigón:

$$F_{ck} = 50 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 32902 \text{ Mpa}$$

Armadura activa:

$$E_p = 190.000 \text{ MPa}$$

$$A_p / \text{cable (10/0,5")} = 0,001 \text{ m}^2$$

$$\text{Diam. Vaina} = 0,06 \text{ m}$$

$$n^\circ \text{ cables} = 2$$

Tesado:

$$\text{Primer tesado } P_0 = 1200 \text{ KN}$$

$$\text{Segundo tesado } P_0 = 1200 \text{ KN}$$

El trazado de pretensado y los esfuerzos de pretensado que hemos sacado en este apartado son para los dos tendones de armadura activa que vamos a colocar para $x=-0.5$ y $x=0.5$ en ambos lados del alma de la sección de nuestra viga.

El trazado del cable de pretensado será una parábola que en los extremos de la viga está en el centro de gravedad de la misma y en el centro del vano en su parte inferior a 0.2 cm del centro de gravedad. Dando por consiguiente los siguientes esfuerzos de pretensado que tendremos en cuenta en el cálculo.



Trazado del cable

Tendon	SegType	XGlobal	YGlobal	ZGlobal
1	Start of Tendon	-16	0	0
1	Circle Intermediate Point	0	0	-0,2
1	Circle End Point	16	0	0

Tabla de esfuerzos de pretensado:

Station	P	T	M2	M3
0	-996,03	-0,01	-0,18	0,00
0,5	-998,10	-0,01	-0,18	12,17
1	-1000,17	-0,01	-0,18	23,95
1,5	-1002,23	-0,01	-0,18	35,34
2	-1004,24	-0,01	-0,18	46,34
2,5	-1006,25	-0,01	-0,18	56,95
3	-1008,26	-0,01	-0,18	67,16
3,5	-1010,28	-0,01	-0,18	76,98
4	-1012,30	-0,01	-0,18	86,40
4,5	-1014,32	-0,01	-0,18	95,43
5	-1016,34	-0,01	-0,18	104,06
5,5	-1018,37	-0,01	-0,18	112,30
6	-1020,40	-0,01	-0,18	120,13
6,5	-1022,44	-0,01	-0,18	127,57
7	-1024,47	-0,01	-0,18	134,61
7,5	-1026,51	-0,01	-0,18	141,25
8	-1028,56	-0,01	-0,18	147,48
8,5	-1030,60	-0,01	-0,18	153,31
9	-1032,65	-0,01	-0,18	158,74
9,5	-1034,70	0,00	-0,18	163,77
10	-1036,76	0,00	-0,18	168,39
10,5	-1038,82	0,00	-0,18	172,61
11	-1040,88	0,00	-0,18	176,41
11,5	-1042,94	0,00	-0,18	179,82
12	-1045,01	0,00	-0,18	182,81
12,5	-1047,08	0,00	-0,18	185,40
13	-1049,15	0,00	-0,18	187,57
13,5	-1050,05	0,00	-0,18	189,57
14	-1050,70	0,00	-0,18	191,20
14,5	-1051,35	0,00	-0,18	192,42
15	-1049,59	0,00	-0,18	193,71
15,5	-1047,59	0,00	-0,18	194,64



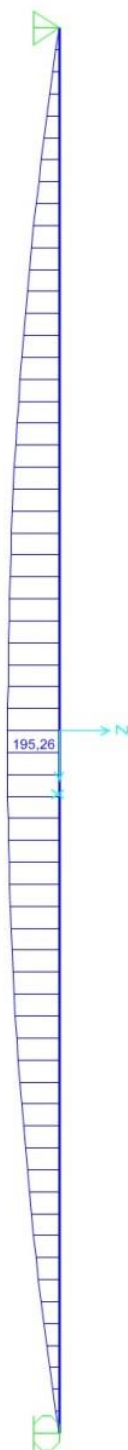
16	-1045,59	0,00	-0,18	195,16
16,5	-1043,60	0,00	-0,18	195,26
17	-1041,61	0,00	-0,18	194,96
17,5	-1039,62	0,00	-0,18	194,26
18	-1037,64	0,00	-0,18	193,14
18,5	-1035,66	0,00	-0,18	191,62
19	-1033,68	0,00	-0,18	189,70
19,5	-1031,71	0,00	-0,18	187,37
20	-1029,73	0,00	-0,18	184,64
20,5	-1027,76	0,00	-0,18	181,50
21	-1025,80	0,00	-0,18	177,96
21,5	-1023,83	0,00	-0,18	174,03
22	-1021,87	0,00	-0,18	169,69
22,5	-1019,91	0,00	-0,18	164,95
23	-1017,96	0,01	-0,18	159,81
23,5	-1016,00	0,01	-0,18	154,28
24	-1014,06	0,01	-0,18	148,34
24,5	-1012,11	0,01	-0,18	142,01
25	-1010,16	0,01	-0,18	135,29
25,5	-1008,22	0,01	-0,18	128,17
26	-1006,28	0,01	-0,18	120,65
26,5	-1004,35	0,01	-0,18	112,75
27	-1002,41	0,01	-0,18	104,45
27,5	-1000,48	0,01	-0,18	95,75
28	-998,56	0,01	-0,18	86,67
28,5	-996,63	0,01	-0,18	77,20
29	-994,71	0,01	-0,18	67,33
29,5	-992,79	0,01	-0,18	57,08
30	-990,87	0,01	-0,18	46,44
30,5	-988,96	0,01	-0,18	35,41
31	-987,10	0,01	-0,18	23,99
31,5	-985,26	0,01	-0,18	12,19
32	-983,41	0,01	-0,18	0,00

Longitud total del tendón:

Tendon	JointI	JointJ	Length
1	1	2	32,0033263



Diagrama de momentos del esfuerzo de pretensado sobre la viga:





2.1.7.3. Dimensionamiento de la viga en rotura

En este apartado vamos a dimensionar la armadura pasiva que vamos a disponer sobre la viga de hormigón pretensado. La dimensionamos para estados límites últimos de agotamiento por solicitaciones normales tanto la armadura longitudinal como la armadura transversal. Con los esfuerzos que ya he sacado con el Sap2000 de la viga para las distintas combinaciones de esfuerzos definiremos la cuantía geométrica necesaria en la viga de 32 metros (la más desfavorable) calculada cada metro en la misma viga en función de las solicitaciones en ELU. Para el cálculo de las cuantías geométricas necesaria se ha utilizado el programa de cálculo de secciones del departamento de hormigón de la ETSICCP.

Suponiendo el armado activo que ya hemos definido, indicare a continuación justificadamente la disposición del armado, el refuerzo y longitud que es necesario para cubrir la cuantía de armado necesaria a lo largo de la viga.

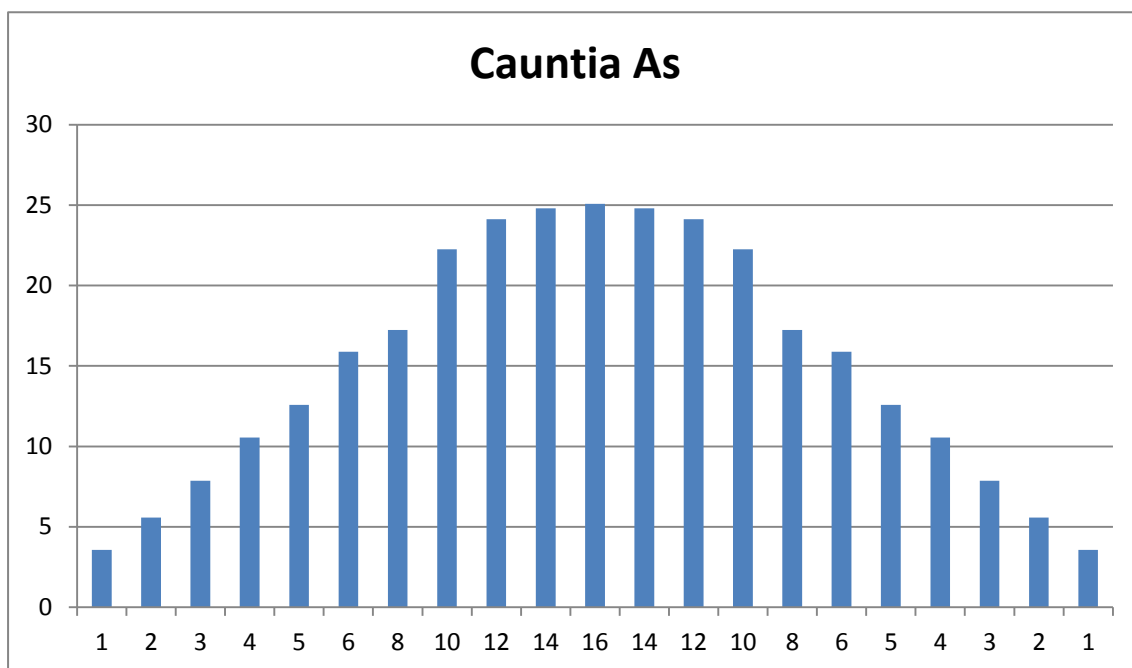
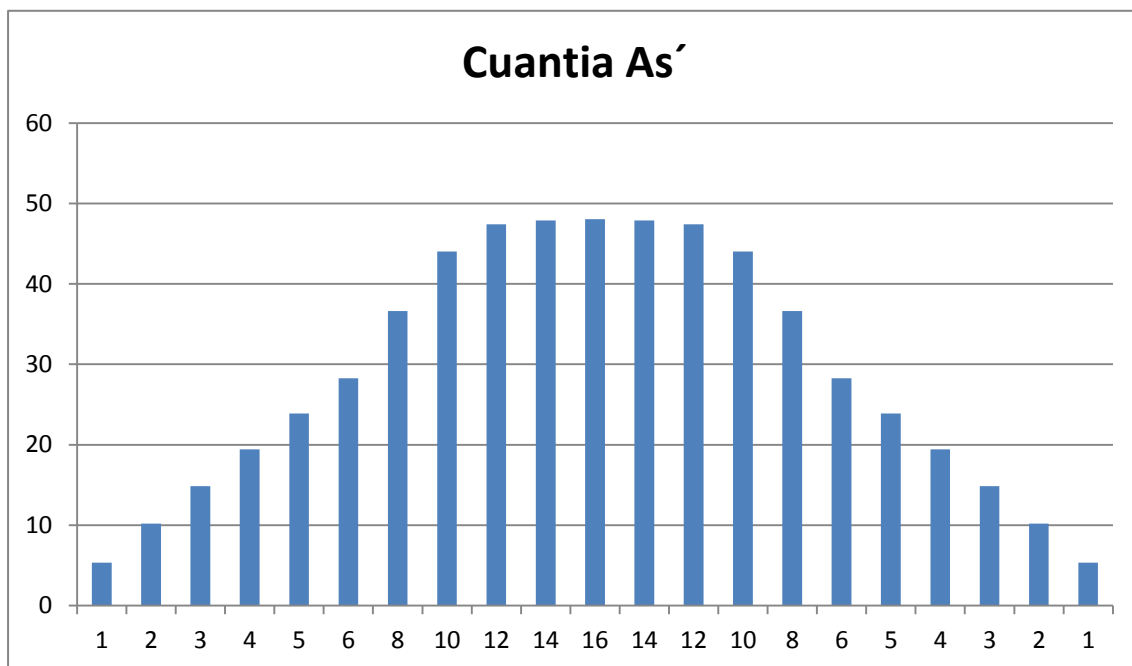
2.1.7.3.1. Dimensionamiento longitudinal

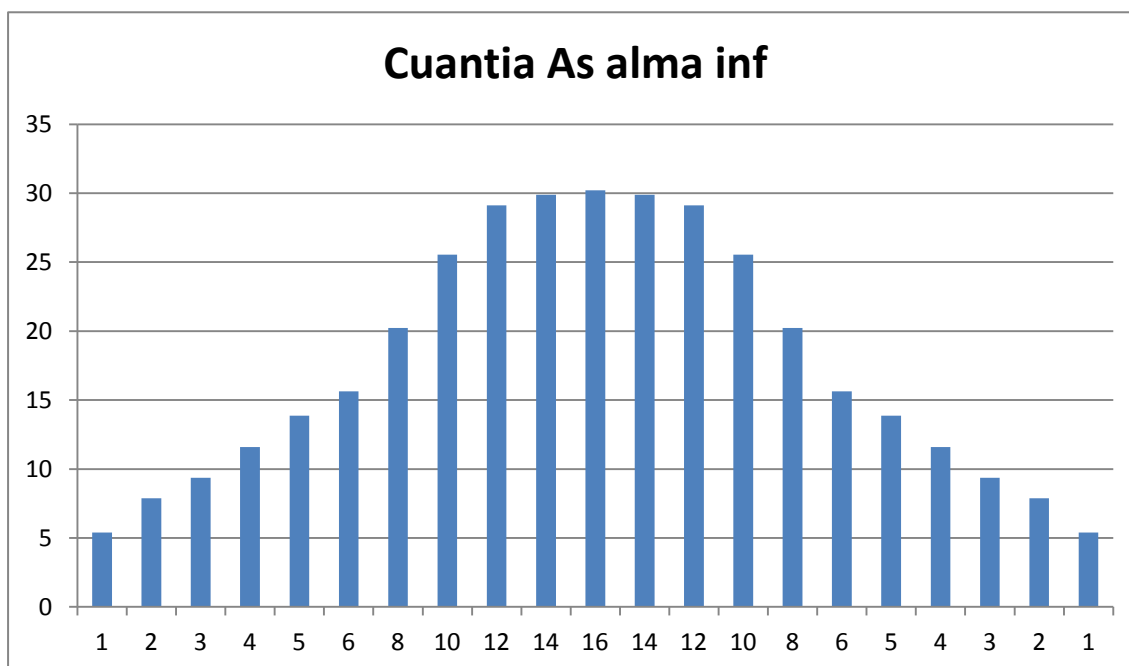
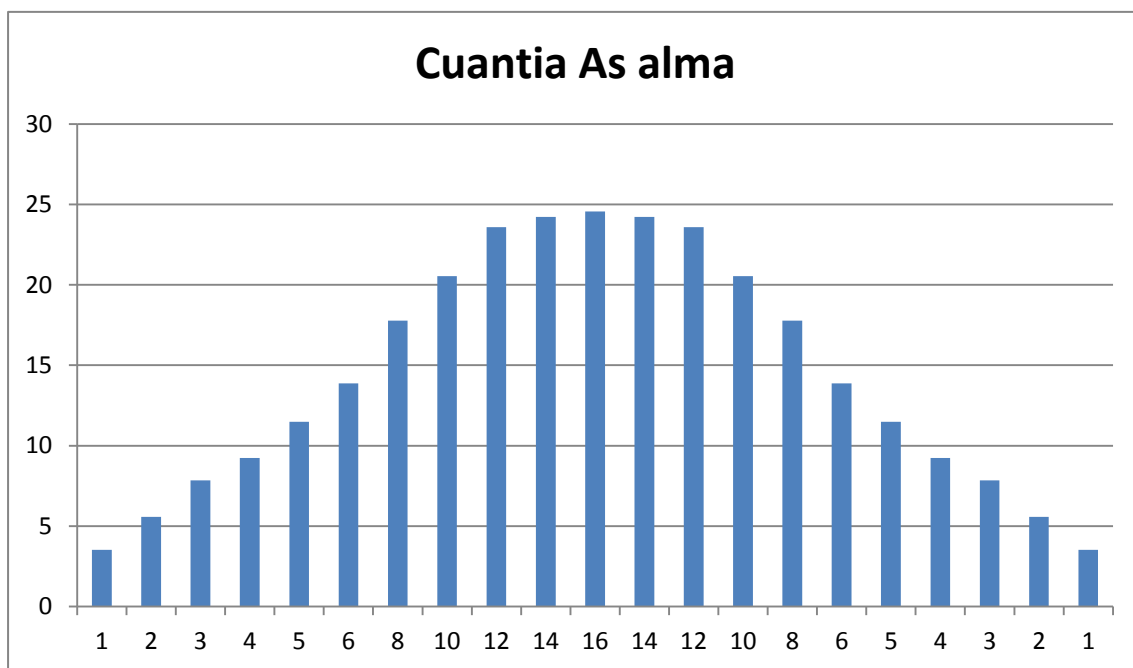
Cuantía de armado en cm^2 necesaria en ELU de agotamiento:

X	P	V2	M3	As' ala	As ala	As alma sup	As alma inf
1	-916,258	-851,853	1141,663	5,36	3,56	3,53	5,39
2	-934,854	-828,570	1981,492	10,185	5,58	5,58	7,88
3	-950,418	-807,480	2796,834	14,875	7,87	7,85	9,37
4	-963,788	-788,080	3591,054	19,445	10,55	9,23	11,58
5	-974,978	-769,195	4366,639	23,9	12,58	11,48	13,87
6	-983,591	-748,097	5122,777	28,26	15,88	13,88	15,63
8	-995,327	-707,587	6576,110	36,61	17,23	17,77	20,22
10	-985,035	-499,705	7869,759	44,045	22,26	20,55	25,55
12	-923,296	-100,541	8453,034	47,41	24,13	23,59	29,13
14	-911,781	-26,423	8537,008	47,88	24,79	24,23	29,88
16	-894,107	-0,003	8568,615	48,06	25,08	24,56	30,22



A continuación se adjuntas los gráficos con las cuantías necesarias tanto superior como inferior en la viga que vamos a diseñar.







Redondos	Cuantía en cm^2
Ø8	0,502
Ø10	0,78
Ø12	1,13
Ø16	2,01
Ø20	3,14
Ø25	4,9
Ø32	8,04

- Disposición de armadura longitudinal para las cuantías geométricas de la sección de la viga $x=4$

Armadura superior ala				Armadura inferior ala			
As (cm^2)	n	Ø (mm)	Smin (cm)	As (cm^2)	n	Ø(mm)	S (cm)
49	10	25	30	29,4	6	25	40

Armadura alma sup				Armadura inferior alma			
As (cm^2)	n	Ø (mm)	S (cm)	As (cm^2)	n	Ø(mm)	S (cm)
-	-	-	-	19,6	4	25	15

La disposición será para toda la viga menos la armadura del alma que por disposiciones constrictivas solo ira de $x=0$ - $x=4$ y de $x=26$ a $x=32$.. Como la sección es maciza para este tramo la disposición de armadura cambiara, dispondremos de idéntico armado en el ala pero el alma al ser maciza dispondremos de 4 redondos del 25 en la parte inferior separados 15 cm para cumplir la norma, y en el ala dispondremos 10 redondos del 25 con una separación de 30 cm teniendo en cuenta los recubrimientos mínimos y 6 redondos del 25 en la parte inferior del ala.

En el anejo de planos se adjuntara los planos con los detalles de la sección del armado longitudinal y trasversal que se va a disponer en la sección maciza.



- Disposición de armado longitudinal en la sección x=16 (sección momento M3 máximo)

Armadura superior ala				Armadura inferior ala			
As (cm ²)	n	Ø (mm)	S (cm)	As (cm ²)	n	Ø(mm)	S (cm)
73,5	15	25	15	49	10	25	30

Armadura sup alma				Armadura inferior alma			
As (cm ²)	n	Ø (mm)	S (cm)	As (cm ²)	n	Ø(mm)	S (cm)
19,6	4	25	12	32,16	4	32	10,7

As muestra la cuantía geométrica de armado que se va a disponer en esta sección de la viga, la separación entre barras longitudinales de la armadura superior del ala será de 15 cm, en la armadura inferior del ala se dispondrá de horquillas para la armadura de piel en la barras aisladas separadas más de 15 cm según el artículo 42.3 de la EHE-08, también cumple separación mínima para barras aisladas según el artículo 69.4 de la EHE-08, para barras aisladas, 20 mm, Ø mayor y 1.25 TMA.

En el ala se han dispuesto 4 redondos en la parte inferior para cumplir la cuantía geométrica necesaria, la separación se ha calculado igual que para el ala, teniendo en cuenta el recubrimiento nominal de 25 mm. Como todas las barras aisladas longitudinales están separadas por menos de 15 cm no se dispondrá de armado de piel en el alma. Dispondremos de 15 redondos del 25 en la parte comprimida superior y 10 redondos del 25 en la parte inferior.

Esta disposición de armadura se diseñara para toda la vida de x=10 a x=20, más adelante se calculara la longitud de anclaje y el decalaje necesario.



- Disposición de armadura longitudinal para las cuantías geométricas de la sección $x=8m$

Armadura superior ala				Armadura inferior ala			
As (cm ²)	n	Ø (mm)	S (cm)	As (cm ²)	n	Ø(mm)	S (cm)
49	10	25	30	49	10	25	40

Armadura alma sup				Armadura inferior alma			
As (cm ²)	n	Ø (mm)	S (cm)	As (cm ²)	n	Ø(mm)	S (cm)
19,6	4	25	15	19,6	4	25	15

Esta disposición de armado será para las secciones de $x=4$ hasta $x=10$ y $x=20$ hasta $x=26$. Se dispondrán de 10 redondos del 25 en el ala más 10 redondos del 25 en la parte inferior del ala. Se pondrán las mismas barras en el ala en la parte superior e inferior por disposiciones constructivas, para arriostrar eficazmente la armadura longitudinal mediante cercos, evitando su pandeo. Se dispondrán de horquillas para aquellas armaduras longitudinales que no cumplan mínimos por norma que ya hemos comentado. El alma se ha diseñado disponiendo de 4 redondos del 25 en la parte inferior traccionada y otros 4 redondos en la parte superior. Las separaciones serán inferiores a 15 cm por tanto no se necesitara poner más armado de piel para cumplir mínimos.

Para la viga de 30 metros la disposición será exactamente la misma, teniendo en cuenta que interpolamos los datos para adaptarlos a la viga de 30 metros



X	As sup ala		As inf ala		As sup alma		As inf alma	
	n	Ø	n	Ø	n	Ø	n	Ø
1	10	25	6	25	-	-	4	25
2	10	25	6	25	-	-	4	25
3	10	25	6	25	-	-	4	25
4	10	25	6	25	-	-	4	25
5	10	25	10	25	4	25	4	25
6	10	25	10	25	4	25	4	25
8	10	25	10	25	4	25	4	25
10	15	25	10	25	4	25	4	32
12	15	25	10	25	4	25	4	32
14	15	25	10	25	4	25	4	32
16	15	25	10	25	4	25	4	32

Tabla 7: Definición de las armaduras pasivas longitudinales

2.1.7.3.2. Dimensionamiento de la armadura transversal en rotura

En este apartado calcularemos la armadura de cortante necesaria en la viga, para ellos sacamos los cortantes de la situación persistente o transitoria que es la más desfavorable y los calculamos considerando el efecto de la componente vertical del pretensado.

x	Vd max	Vd min	Pk	Vrd max	Vrd min	Vrd
0	-899,495	-481,81	1631,354449	-2530,849449	-2113,168449	2530,849449
0,5	-885,596	-480,97	1001,663674	-1887,259674	-1482,631674	1887,259674
1	-871,698	-480,12	427,7396238	-1299,437624	-907,8626238	1299,437624
1,5	-859,008	-480,49	-89,0525517	-769,9554483	-391,4324483	769,9554483
2	-847,092	-481,62	-541,1824337	-305,9095663	59,5604337	305,9095663
2,5	-835,413	-483	-927,2129745	91,79997453	444,2179745	444,2179745
3	-824,679	-485,31	-1242,695667	418,0166669	757,3816669	757,3816669
3,5	-813,946	-487,63	-1486,860341	672,9143406	999,2273406	999,2273406
4	-803,956	-490,7	-1656,597906	852,641906	1165,902906	1165,902906
4,5	-794,14	-493,93	-1750,460086	956,3200857	1256,528086	1256,528086
5	-783,748	-496,59	-1767,974702	984,2267025	1271,382702	1271,382702
5,5	-772,489	-498,39	-1711,122085	938,6330846	1212,736085	1212,736085
6	-761,327	-500,28	-1581,690321	820,3633209	1081,414321	1081,414321



6,5	-750,436	-502,44	-1377,889061	627,4530611	875,4510611	875,4510611
7	-739,571	-504,63	-1100,182809	360,6118088	595,5568088	595,5568088
7,5	-728,871	-506,98	-747,1803145	18,30931446	240,2023145	240,2023145
8	-718,171	-509,33	-319,7760581	-398,3949419	-189,5549419	398,3949419
8,5	-706,381	-510,59	180,9833393	-887,3643393	-691,5763393	887,3643393
9	-694,585	-511,85	749,7093027	-1444,294303	-1261,559303	1444,294303
9,5	-607,477	-437,8	1295,612321	-1903,089321	-1733,407321	1903,089321
10	-507,643	-351,01	1641,390134	-2149,033134	-1992,403134	2149,033134
10,5	-408,335	-264,76	1785,611154	-2193,946154	-2050,368154	2193,946154
11	-306,144	-175,62	1726,354767	-2032,498767	-1901,972767	2032,498767
11,5	-204,322	-86,849	1458,291562	-1662,613562	-1545,140562	1662,613562
12	-105,833	-1,413	997,6586161	-1103,491616	-999,0716161	1103,491616
12,5	-50,591	40,777	398,1239456	-448,7149456	-357,3469456	448,7149456
13	-43,104	35,211	-147,3199485	104,2159485	182,5309485	182,5309485
13,5	-35,971	29,292	-608,9834553	573,0124553	638,2754553	638,2754553
14	-29,069	23,141	-984,5239938	955,4549938	1007,664994	1007,664994
14,5	-22,04	17,118	-1273,057219	1251,017219	1290,175219	1290,175219
15	-14,964	11,141	-1475,784724	1460,820724	1486,925724	1486,925724
15,5	-7,511	5,542	-1591,602188	1584,091188	1597,144188	1597,144188
16	-0,003	-0,003	-1623,557667	1623,554667	1623,554667	1623,554667
16,5	8,205	-4,847	-1570,85055	1579,05555	1566,00355	1579,05555
17	16,533	-9,572	-1437,544012	1454,077012	1427,972012	1454,077012
17,5	25,68	-13,478	-1224,583712	1250,263712	1211,105712	1250,263712
18	35,137	-17,074	-935,377753	970,514753	918,303753	970,514753
18,5	45,446	-19,817	-572,9961366	618,4421366	553,1791366	618,4421366
19	56,102	-22,213	-140,4690256	196,5710256	118,2560256	196,5710256
19,5	67,292	-24,075	359,3492665	-292,0572665	-383,4242665	383,4242665
20	122,534	18,114	897,2179481	-774,6839481	-879,1039481	879,1039481
20,5	217,4	99,927	1283,636436	-1066,236436	-1183,709436	1183,709436
21	312,422	181,897	1480,977508	-1168,555508	-1299,080508	1299,080508
21,5	404,662	261,084	1493,260658	-1088,598658	-1232,176658	1232,176658
22	491,794	335,164	1339,331945	-847,5379455	-1004,167945	1004,167945
22,5	576,887	407,204	1031,889441	-455,002441	-624,685441	624,685441
23	651,335	468,6	589,366002	61,96899802	-120,766002	120,766002
23,5	667,684	471,896	141,7413128	525,9426872	330,1546872	525,9426872
24	684,032	475,191	-249,5306719	933,5626719	724,7216719	933,5626719
24,5	700,094	478,201	-582,7033505	1282,797351	1060,904351	1282,797351
25	716,155	481,21	-857,6649773	1573,819977	1338,874977	1573,819977
25,5	732,367	484,37	-1073,723511	1806,090511	1558,093511	1806,090511
26	748,603	487,552	-1232,058973	1980,661973	1719,610973	1980,661973
26,5	765,072	490,969	-1331,788923	2096,860923	1822,757923	2096,860923
27	781,625	494,469	-1374,736749	2156,361749	1869,205749	2156,361749



27,5	797,55	497,342	-1359,960415	2157,510415	1857,302415	2157,510415
28	813,058	499,798	-1286,116505	2099,174505	1785,914505	2099,174505
28,5	828,721	502,408	-1153,421407	1982,142407	1655,829407	1982,142407
29	845,043	505,678	-963,1027173	1808,145717	1468,780717	1808,145717
29,5	861,366	508,948	-718,0016759	1579,367676	1226,949676	1579,367676
30	878,495	513,025	-418,8852172	1297,380217	931,9102172	1297,380217
30,5	895,827	517,304	-69,43957727	965,2665773	586,7435773	965,2665773
31	913,466	521,89	329,850117	583,615883	192,039883	583,615883
31,5	931,584	526,956	776,5089465	155,0750535	-249,5529465	249,5529465
32	949,703	532,022	1269,819396	-320,1163962	-737,7973962	737,7973962

- Cálculo de la contribución del hormigón a la resistencia a cortante (V_{cu})

Calculamos la contribución del hormigón para el cortante necesario para sacar la armadura transversal que vamos a disponer. Para ello utilizaremos la fórmula del artículo 44.2.3 de la EHE-08

$$V_{cu} = (0,10 \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} - 0,15 \cdot \sigma'_{cd}) \cdot b \cdot d \cdot \beta$$

El valor que adoptamos para la β es igual a 1.

El valor de la armadura pasiva longitudinal que consideraremos será solo el de la armadura traccionada.

x	d	ξ	b	A_s	A_p	ρ	f_{ck}	A_c	σ_{cd}	V_{cu}
0	1,45	1,371	0,5	0	0,001	0,0014	50	1,425	8421,05263	915,9787269
0,5	1,45	1,371	0,5	8,731	0,001	0,0134	50	1,425	8421,05263	916,193518
1	1,45	1,371	0,5	15,53	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
1,5	1,45	1,371	0,5	15,53	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
2	1,45	1,371	0,5	25,19	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
2,5	1,45	1,371	0,5	25,19	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
3	1,45	1,371	0,5	34,57	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
3,5	1,45	1,371	0,5	34,57	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
4	1,45	1,371	0,5	43,7	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
4,5	1,45	1,371	0,5	43,7	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
5	1,45	1,371	0,5	52,6	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
5,5	1,45	1,371	0,5	52,6	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675



6	1,45	1,371	0,5	61,32	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
6,5	1,45	1,371	0,5	61,32	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
7	1,45	1,371	0,5	68,42	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
7,5	1,45	1,371	0,5	68,42	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
8	1,45	1,371	0,5	78,02	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
8,5	1,45	1,371	0,5	78,02	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
9	1,45	1,371	0,5	85,35	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
9,5	1,45	1,371	0,5	85,35	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
10	1,45	1,371	0,5	92,91	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
10,5	1,45	1,371	0,5	92,91	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
11	1,45	1,371	0,5	95,84	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
11,5	1,45	1,371	0,5	95,84	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
12	1,45	1,371	0,5	99,61	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
12,5	1,45	1,371	0,5	99,61	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
13	1,45	1,371	0,5	99,82	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
13,5	1,45	1,371	0,5	99,82	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
14	1,45	1,371	0,5	100,6	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
14,5	1,45	1,371	0,5	100,6	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
15	1,45	1,371	0,5	100,8	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
15,5	1,45	1,371	0,5	100,8	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
16	1,45	1,371	0,5	100,9	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
16,5	1,45	1,371	0,5	100,8	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
17	1,45	1,371	0,5	100,8	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
17,5	1,45	1,371	0,5	100,6	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
18	1,45	1,371	0,5	100,6	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
18,5	1,45	1,371	0,5	99,82	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
19	1,45	1,371	0,5	99,82	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
19,5	1,45	1,371	0,5	99,61	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
20	1,45	1,371	0,5	99,61	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
20,5	1,45	1,371	0,5	95,84	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
21	1,45	1,371	0,5	95,84	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
21,5	1,45	1,371	0,5	92,91	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
22	1,45	1,371	0,5	92,91	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
22,5	1,45	1,371	0,5	85,35	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
23	1,45	1,371	0,5	85,35	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
23,5	1,45	1,371	0,5	78,02	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675



24	1,45	1,371	0,5	78,02	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
24,5	1,45	1,371	0,5	68,42	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
25	1,45	1,371	0,5	68,42	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
25,5	1,45	1,371	0,5	61,32	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
26	1,45	1,371	0,5	61,32	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
26,5	1,45	1,371	0,5	52,6	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
27	1,45	1,371	0,5	52,6	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
27,5	1,45	1,371	0,5	43,7	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
28	1,45	1,371	0,5	43,7	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
28,5	1,45	1,371	0,5	34,57	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
29	1,45	1,371	0,5	34,57	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
29,5	1,45	1,371	0,5	25,19	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
30	1,45	1,371	0,5	25,19	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
30,5	1,45	1,371	0,5	15,53	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
31	1,45	1,371	0,5	15,53	0,001	0,02	50	1,425	8421,05263	916,2509675
31,5	1,45	1,371	0,5	8,731	0,001	0,0134	50	1,425	8421,05263	916,193518
32	1,45	1,371	0,5	0	0,001	0,0014	50	1,425	8421,05263	915,9787269

- Armadura transversal necesaria

Una vez calculados el V_{rd} y V_{cu} obtendremos la cuantía de armado transversal que necesitamos con la fórmula del artículo 44.2.3 de la EHE-08

$$A_s = \frac{(V_{rd} - V_{cu})}{0,9 * d * f_y * \cotg \theta}$$

x	V _{dr}	V _{cu}	d	f _y	
0	2530,849	915,979	1,45	500	0,00
0,5	1887,260	916,194	1,45	500	0,00
1	1299,438	916,251	1,45	500	0,00
1,5	769,955	916,251	1,45	500	0,00
2	305,910	916,251	1,45	500	0,00
2,5	444,218	916,251	1,45	500	0,00
3	757,382	916,251	1,45	500	0,00
3,5	999,227	916,251	1,45	500	1,27
4	1165,903	916,251	1,45	500	3,83
4,5	1256,528	916,251	1,45	500	5,21
5	1271,383	916,251	1,45	500	5,44
5,5	1212,736	916,251	1,45	500	4,54



6	1081,414	916,251	1,45	500	2,53
6,5	875,451	916,251	1,45	500	0,00
7	595,557	916,251	1,45	500	0,00
7,5	240,202	916,251	1,45	500	0,00
8	398,395	916,251	1,45	500	0,00
8,5	887,364	916,251	1,45	500	0,00
9	1444,294	916,251	1,45	500	8,09
9,5	1903,089	916,251	1,45	500	15,12
10	2149,033	916,251	1,45	500	18,89
10,5	2193,946	916,251	1,45	500	19,58
11	2032,499	916,251	1,45	500	17,11
11,5	1662,614	916,251	1,45	500	11,44
12	1103,492	916,251	1,45	500	2,87
12,5	448,715	916,251	1,45	500	0,00
13	182,531	916,251	1,45	500	0,00
13,5	638,275	916,251	1,45	500	0,00
14	1007,665	916,251	1,45	500	1,40
14,5	1290,175	916,251	1,45	500	5,73
15	1486,926	916,251	1,45	500	8,75
15,5	1597,144	916,251	1,45	500	10,44
16	1623,555	916,251	1,45	500	10,84
16,5	1579,056	916,251	1,45	500	10,16
17	1454,077	916,251	1,45	500	8,24
17,5	1250,264	916,251	1,45	500	5,12
18	970,515	916,251	1,45	500	0,00
18,5	618,442	916,251	1,45	500	0,00
19	196,571	916,251	1,45	500	0,00
19,5	383,424	916,251	1,45	500	0,00
20	879,104	916,251	1,45	500	0,00
20,5	1183,709	916,251	1,45	500	4,10
21	1299,081	916,251	1,45	500	5,87
21,5	1232,177	916,251	1,45	500	4,84
22	1004,168	916,251	1,45	500	1,35
22,5	624,685	916,251	1,45	500	0,00
23	120,766	916,251	1,45	500	0,00
23,5	525,943	916,251	1,45	500	0,00
24	933,563	916,251	1,45	500	0,27
24,5	1282,797	916,251	1,45	500	5,62
25	1573,820	916,251	1,45	500	10,08
25,5	1806,091	916,251	1,45	500	13,64



26	1980,662	916,251	1,45	500	16,31
26,5	2096,861	916,251	1,45	500	18,09
27	2156,362	916,251	1,45	500	19,01
27,5	2157,510	916,251	1,45	500	19,02
28	2099,175	916,251	1,45	500	18,13
28,5	1982,142	916,251	1,45	500	16,34
29	1808,146	916,251	1,45	500	13,67
29,5	1579,368	916,251	1,45	500	10,16
30	1297,380	916,251	1,45	500	5,84
30,5	965,267	916,251	1,45	500	0,75
31	583,616	916,251	1,45	500	0,00
31,5	249,553	916,194	1,45	500	0,00
32	737,797	915,979	1,45	500	0,00

- Cortante de agotamiento por compresión oblicua del alama

$$V_{u1} = K \cdot f_{cd} \cdot b_0 \cdot d \cdot \frac{\cotg \theta}{1 + \cotg^2 \theta}$$

$$\text{con } K = \frac{5}{3} \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}}\right) \geq 1,00$$

x	Vdr	k	Vu1	Vrd/Vu1	St,max(m)
0	2530,849	1	10875	0,23272175	0,3
0,5	1887,26	1	10875	0,17354115	0,3
1	1299,438	1	10875	0,11948855	0,3
1,5	769,955	1	10875	0,07080046	0,3
2	305,91	1	10875	0,02812966	0,3
2,5	444,218	1	10875	0,04084763	0,3
3	757,382	1	10875	0,06964432	0,3
3,5	999,227	1	10875	0,09188294	0,3
4	1165,903	1	10875	0,10720947	0,3
4,5	1256,528	1	10875	0,1155428	0,3
5	1271,383	1	10875	0,11690878	0,3
5,5	1212,736	1	10875	0,11151595	0,3
6	1081,414	1	10875	0,09944037	0,3
6,5	875,451	1	10875	0,08050124	0,3
7	595,557	1	10875	0,05476386	0,3



7,5	240,202	1	10875	0,02208754	0,3
8	398,395	1	10875	0,03663402	0,3
8,5	887,364	1	10875	0,08159669	0,3
9	1444,294	1	10875	0,13280864	0,3
9,5	1903,089	1	10875	0,17499669	0,3
10	2149,033	1	10875	0,19761223	0,3
10,5	2193,946	1	10875	0,20174216	0,2
11	2032,499	1	10875	0,18689646	0,2
11,5	1662,614	1	10875	0,15288405	0,2
12	1103,492	1	10875	0,10147053	0,2
12,5	448,715	1	10875	0,04126115	0,2
13	182,531	1	10875	0,01678446	0,2
13,5	638,275	1	10875	0,05869195	0,2
14	1007,665	1	10875	0,09265885	0,2
14,5	1290,175	1	10875	0,11863678	0,2
15	1486,926	1	10875	0,13672883	0,2
15,5	1597,144	1	10875	0,14686382	0,2
16	1623,555	1	10875	0,14929241	0,2
16,5	1579,056	1	10875	0,14520055	0,2
17	1454,077	1	10875	0,13370823	0,2
17,5	1250,264	1	10875	0,1149668	0,2
18	970,515	1	10875	0,08924276	0,2
18,5	618,442	1	10875	0,05686823	0,2
19	196,571	1	10875	0,01807549	0,2
19,5	383,424	1	10875	0,03525738	0,2
20	879,104	1	10875	0,08083715	0,2
20,5	1183,709	1	10875	0,1088468	0,3
21	1299,081	1	10875	0,11945572	0,3
21,5	1232,177	1	10875	0,11330363	0,3
22	1004,168	1	10875	0,09233729	0,3
22,5	624,685	1	10875	0,0574423	0,3
23	120,766	1	10875	0,01110492	0,3
23,5	525,943	1	10875	0,04836257	0,3
24	933,563	1	10875	0,08584487	0,3
24,5	1282,797	1	10875	0,11795834	0,3
25	1573,82	1	10875	0,14471908	0,3
25,5	1806,091	1	10875	0,16607733	0,3
26	1980,662	1	10875	0,18212984	0,3
26,5	2096,861	1	10875	0,1928148	0,3
27	2156,362	1	10875	0,19828616	0,3
27,5	2157,51	1	10875	0,19839172	0,3



28	2099,175	1	10875	0,19302759	0,3
28,5	1982,142	1	10875	0,18226593	0,3
29	1808,146	1	10875	0,1662663	0,3
29,5	1579,368	1	10875	0,14522924	0,3
30	1297,38	1	10875	0,11929931	0,3
30,5	965,267	1	10875	0,08876018	0,3
31	583,616	1	10875	0,05366584	0,3
31,5	249,553	1	10875	0,0229474	0,3
32	737,797	1	10875	0,0678434	0,3

- ELU de agotamiento frente a torsión.

En primer lugar para calcular las armaduras transversales y longitudinales frente a torsión debemos definir la sección de cálculo, para ello calculamos el espesor eficaz a partir del área y el perímetro de nuestra sección tal que:

$$h_e = \frac{A}{u} \begin{cases} \geq h_0 = 0,22 \text{ m} \\ \geq 2c = 0,13 \text{ m} \end{cases}$$

De esta manera como nuestro área es de $1,425 \text{ m}^2$ y nuestro perímetro calculado es de 6,5 m, tendremos un espesor eficaz de 0,22 m en toda la viga.

Después calculamos el área eficaz que utilizaremos para el cálculo del torsor. Por tanto nuestro área eficaz que lo será para toda la sección de la viga es $A_e = 84,6 \text{ cm}^2$ y nuestro perímetro eficaz $U_e = 5,04 \text{ m}$

Después calculamos el torsor de agotamiento por compresión de las bielas del hormigón.

$$T_{u1} = \alpha \cdot f_{1cd} \cdot A_e \cdot h_e \cdot \frac{\cotg \theta}{1 + \cotg^2 \theta}$$

$$\alpha = 1,5$$

$$f_{1cd} = 0,6 \cdot f_{cd} = 30$$

$$T_{u1} = 1,5 \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 0,846 \cdot 0,22 \cdot 1/2 = 4187,7 \text{ mKN}$$



Dimensionamiento de las armaduras transversales por torsión:

$$\frac{A_t}{s_t} = \frac{T_d}{2 \cdot A_e \cdot f_{yt,d} \cdot \cotg \theta} \quad \frac{A_l}{u_e} = \frac{T_d}{2 \cdot A_e \cdot f_{yt,d}} \cdot \cotg \theta$$

x	Td	Tu1	At/st(cm ² /m)	Al/ue(cm ² /m)
0	4175,18687	4187,7	5,6726541	28,5901767
0,5	4112,35896	4187,7	5,58729241	28,1599537
1	4049,53106	4187,7	5,50193073	27,7297309
1,5	3992,43875	4187,7	5,42436177	27,3387833
2	3939,01846	4187,7	5,35178183	26,9729804
2,5	3886,72113	4187,7	5,28072761	26,6148671
3	3838,91563	4187,7	5,21577624	26,2875123
3,5	3791,11013	4187,7	5,15082488	25,9601574
4	3746,83014	4187,7	5,09066349	25,656944
4,5	3703,3805	4187,7	5,03163026	25,3594165
5	3657,19139	4187,7	4,96887502	25,0431301
5,5	3606,89308	4187,7	4,90053677	24,6987054
6	3557,0507	4187,7	4,83281799	24,3574027
6,5	3508,49918	4187,7	4,76685305	24,0249394
7	3460,06801	4187,7	4,70105162	23,6933001
7,5	3412,4193	4187,7	4,63631328	23,3670189
8	3364,77059	4187,7	4,57157495	23,0407377
8,5	3311,95115	4187,7	4,49981135	22,6790492
9	3259,1015	4187,7	4,42800671	22,3171538
9,5	2848,78273	4187,7	3,87052353	19,5074386
10	2378,05869	4187,7	3,2309702	16,2840898
10,5	1909,83154	4187,7	2,5948093	13,0778389
11	1427,92164	4187,7	1,94005821	9,77789335
11,5	947,764983	4187,7	1,28768917	6,48995342
12	483,427782	4187,7	0,65681338	3,31033942
12,5	224,35931	4187,7	0,30482774	1,53633179
13	191,961236	4187,7	0,26080981	1,31448144
13,5	161,246294	4187,7	0,21907869	1,10415657
14	131,625453	4187,7	0,17883407	0,90132372
14,5	101,399989	4187,7	0,13776798	0,69435062
15	70,9546239	4187,7	0,09640312	0,48587172
15,5	38,7185372	4187,7	0,05260528	0,2651306
16	6,2209833	4187,7	0,00845219	0,04259905
16,5	29,5980771	4187,7	0,04021369	0,20267698
17	65,9849675	4187,7	0,08965105	0,4518413
17,5	106,260778	4187,7	0,14437213	0,72763555



18	148,007964	4187,7	0,20109231	1,01350526
18,5	193,800741	4187,7	0,26330907	1,32707771
19	241,241175	4187,7	0,32776443	1,65193272
19,5	291,216311	4187,7	0,39566358	1,99414446
20	550,281663	4187,7	0,74764499	3,76813073
20,5	997,422281	4187,7	1,35515649	6,82998872
21	1445,30634	4187,7	1,96367808	9,89693752
21,5	1879,98032	4187,7	2,55425167	12,8734285
22	2290,41528	4187,7	3,11189271	15,6839393
22,5	2691,16762	4187,7	3,65637839	18,4281471
23	3041,39615	4187,7	4,13221943	20,826386
23,5	3115,85769	4187,7	4,23338726	21,3362718
24	3190,31132	4187,7	4,33454433	21,8461034
24,5	3263,40937	4187,7	4,43385963	22,3466526
25	3336,50742	4187,7	4,53317494	22,8472017
25,5	3410,3182	4187,7	4,6334586	23,3526314
26	3484,2386	4187,7	4,7338912	23,8588116
26,5	3559,27187	4187,7	4,83583581	24,3726125
27	3634,69822	4187,7	4,93831448	24,889105
27,5	3707,14971	4187,7	5,03675133	25,3852267
28	3777,61797	4187,7	5,13249364	25,867768
28,5	3848,82302	4187,7	5,229237	26,3553545
29	3923,15637	4187,7	5,33023066	26,8643625
29,5	3997,48972	4187,7	5,43122431	27,3733705
30	4075,65623	4187,7	5,53742593	27,9086267
30,5	4154,78104	4187,7	5,64492954	28,4504449
31	4235,36348	4187,7	5,75441358	29,0022444
31,5	4318,22271	4187,7	5,86699099	29,5696346
32	4401,08193	4187,7	5,9795684	30,1370247

- Disposición de la armadura transversal a compresión y separaciones mínimas.

En este apartado definimos los estribos que vamos a disponer en la armadura transversal en función de la cuantía necesaria, así como la disposición constructiva de los cercos para que arriostren eficazmente a las armaduras longitudinales de compresión en toda la viga y evitando su pandeo. Para ello hay que adoptar disposiciones evitando que queden barras aisladas longitudinales separadas más de una distancia a > 15 cm. Para aquellas barras que no queden arriostradas por los cercos se dispondrán de horquillas para el armado de piel en todas aquellas barras separadas a una distancia mayor de 15 cm. En la siguiente tabla se indican todos los



cercos necesarios, así como las horquillas necesarias para cumplir la normativa según el artículo 42.3 sobre la disposición relativa de armaduras.

En el anejo de planos se definirán los detalles de la disposición constructiva del armado tanto longitudinal como transversal, así como la disposición y el diseño de los cercos y las horquillas.

x	Ast	Estribos \emptyset	Sep	Cercos	
				ala	Horquillas
0	0	8	30	1	0
0,5	0	8	30	1	0
1	0	8	30	1	0
1,5	0	8	30	1	0
2	0	8	30	1	0
2,5	0	8	30	1	0
3	0	8	30	1	0
3,5	1,27	8	30	1	0
4	3,83	8	30	1	0
4,5	5,21	10	30	1	2
5	5,44	10	30	1	2
5,5	4,54	10	30	1	2
6	2,53	10	30	1	2
6,5	0	10	30	1	2
7	0	10	30	1	2
7,5	0	10	30	1	2
8	0	10	30	1	2
8,5	0	10	30	1	2
9	8,09	10	30	1	2
9,5	15,12	10	30	1	2
10	18,89	10	30	1	2
10,5	19,58	10	15	1	2
11	17,11	10	15	1	2
11,5	11,44	10	15	1	2
12	2,87	10	15	1	2
12,5	0	10	15	1	2
13	0	10	15	1	2
13,5	0	10	15	1	2



14	1,4	10	15	1	2
14,5	5,73	10	15	1	2
15	8,75	10	15	1	2
15,5	10,44	10	15	1	2
16	10,84	10	15	1	2
16,5	10,16	10	15	1	2
17	8,24	10	15	1	2
17,5	5,12	10	15	1	2
18	0	10	15	1	2
18,5	0	10	15	1	2
19	0	10	15	1	2
19,5	0	10	15	1	2
20	0	10	15	1	2
20,5	4,1	10	15	1	2
21	5,87	10	15	1	2
21,5	4,84	10	15	1	2
22	1,35	10	15	1	2
22,5	0	10	15	1	2
23	0	10	15	1	2
23,5	0	10	15	1	2
24	0,27	10	15	1	2
24,5	5,62	10	15	1	2
25	10,08	10	15	1	2
25,5	13,64	10	15	1	2
26	16,31	10	15	1	2
26,5	18,09	10	15	1	2
27	19,01	10	15	1	2
27,5	19,02	10	15	1	2
28	18,13	8	30	1	0
28,5	16,34	8	30	1	0
29	13,67	8	30	1	0
29,5	10,16	8	30	1	0
30	5,84	8	30	1	0
30,5	0,75	8	30	1	0
31	0	8	30	1	0
31,5	0	8	30	1	0
32	0	8	30	1	0



- Disposición de las armaduras transversales y longitudinales de las almas

La armadura de cada alma esta constituida por dos ramas:

$$A_{st,alma\ ext} = \frac{A_{st,V}}{3} + A_{st,T} + 2 \cdot A_{st,FE}$$

A continuación se muestra la tabla con las armaduras transversales de las almas para ambos lados:

x	Cortante	Torsion	Flexion tr	Alma ext		
				Ast,alma/st	Ø	st
0,00	0,00	5,67	3,90	13,47	12	0,15
0,50	0,00	5,59	3,90	13,39	12	0,15
1,00	0,00	5,50	3,90	13,30	12	0,15
1,50	0,00	5,42	3,90	13,22	12	0,15
2,00	0,00	5,35	3,90	13,15	12	0,15
2,50	0,00	5,28	3,90	13,08	12	0,15
3,00	0,00	5,22	3,90	13,02	12	0,15
3,50	1,27	5,15	3,90	13,37	12	0,15
4,00	3,83	5,09	3,90	14,17	12	0,15
4,50	5,21	5,03	6,64	20,05	12	0,15
5,00	5,44	4,97	6,64	20,06	12	0,15
5,50	4,54	4,90	6,64	19,69	12	0,15
6,00	2,53	4,83	6,64	18,96	12	0,15
6,50	0,00	4,77	6,64	18,05	12	0,15
7,00	0,00	4,70	6,64	17,98	12	0,15
7,50	0,00	4,64	6,64	17,92	12	0,15
8,00	0,00	4,57	6,64	17,85	12	0,15
8,50	0,00	4,50	6,64	17,78	12	0,15
9,00	8,09	4,43	6,64	20,40	12	0,15
9,50	15,12	3,87	6,64	22,19	12	0,15
10,00	18,89	3,23	9,36	28,25	12	0,15
10,50	19,58	2,59	9,36	27,84	12	0,15
11,00	17,11	1,94	9,36	26,36	12	0,15
11,50	11,44	1,29	9,36	23,82	12	0,15
12,00	2,87	0,66	9,36	20,33	12	0,15
12,50	0,00	0,30	9,36	19,02	12	0,15
13,00	0,00	0,26	9,36	18,98	12	0,15
13,50	0,00	0,22	9,36	18,94	12	0,15
14,00	1,40	0,18	9,36	19,37	12	0,15
14,50	5,73	0,14	9,36	20,77	12	0,15



15,00	8,75	0,10	9,36	21,73	12	0,15
15,50	10,44	0,05	9,36	22,25	12	0,15
16,00	10,84	0,01	9,36	22,34	12	0,15
16,50	10,16	0,04	9,36	22,15	12	0,15
17,00	8,24	0,09	9,36	21,56	12	0,15
17,50	5,12	0,14	9,36	20,57	12	0,15
18,00	0,00	0,20	9,36	18,92	12	0,15
18,50	0,00	0,26	9,36	18,98	12	0,15
19,00	0,00	0,33	9,36	19,05	12	0,15
19,50	0,00	0,40	9,36	19,12	12	0,15
20,00	0,00	0,75	9,36	19,47	12	0,15
20,50	4,10	1,36	6,64	16,00	12	0,15
21,00	5,87	1,96	6,64	17,20	12	0,15
21,50	4,84	2,55	6,64	17,45	12	0,15
22,00	1,35	3,11	6,64	16,84	12	0,15
22,50	0,00	3,66	6,64	16,94	12	0,15
23,00	0,00	4,13	6,64	17,41	12	0,15
23,50	0,00	4,23	6,64	17,51	12	0,15
24,00	0,27	4,33	6,64	17,70	12	0,15
24,50	5,62	4,43	6,64	19,59	12	0,15
25,00	10,08	4,53	6,64	21,17	12	0,15
25,50	13,64	4,63	6,64	22,46	12	0,15
26,00	16,31	4,73	6,64	23,45	12	0,15
26,50	18,09	4,84	3,90	18,67	12	0,15
27,00	19,01	4,94	3,90	19,07	12	0,15
27,50	19,02	5,04	3,90	19,18	12	0,15
28,00	18,13	5,13	3,90	18,98	12	0,15
28,50	16,34	5,23	3,90	18,48	12	0,15
29,00	13,67	5,33	3,90	17,69	12	0,15
29,50	10,16	5,43	3,90	16,62	12	0,15
30,00	5,84	5,54	3,90	15,28	12	0,15
30,50	0,75	5,64	3,90	13,69	12	0,15
31,00	0,00	5,75	3,90	13,55	12	0,15
31,50	0,00	5,87	3,90	13,67	12	0,15
32,00	0,00	5,98	3,90	13,78	12	0,15



A continuación se muestra la tabla con las armaduras longitudinales de la pared del alma:

x	Torsión Lon	Pared alma			
		As par alma	n	Ø	s(cm)
0	28,5901767	39,2	8	25	15
0,5	28,1599537	39,2	8	25	15
1	27,7297309	39,2	8	25	15
1,5	27,3387833	39,2	8	25	15
2	26,9729804	39,2	8	25	15
2,5	26,6148671	39,2	8	25	15
3	26,2875123	39,2	8	25	15
3,5	25,9601574	39,2	8	25	15
4	25,656944	39,2	8	25	15
4,5	25,3594165	39,2	8	25	15
5	25,0431301	39,2	8	25	15
5,5	24,6987054	39,2	8	25	15
6	24,3574027	39,2	8	25	15
6,5	24,0249394	39,2	8	25	15
7	23,6933001	39,2	8	25	15
7,5	23,3670189	39,2	8	25	15
8	23,0407377	39,2	8	25	15
8,5	22,6790492	39,2	8	25	15
9	22,3171538	39,2	8	25	15
9,5	19,5074386	39,2	8	25	15
10	16,2840898	39,2	8	25	15
10,5	13,0778389	25,12	8	20	20
11	9,77789335	25,12	8	20	20
11,5	6,48995342	25,12	8	20	20
12	3,31033942	25,12	8	20	20
12,5	1,53633179	25,12	8	20	20
13	1,31448144	25,12	8	20	20
13,5	1,10415657	25,12	8	20	20
14	0,90132372	25,12	8	20	20
14,5	0,69435062	25,12	8	20	20
15	0,48587172	25,12	8	20	20
15,5	0,2651306	25,12	8	20	20
16	0,04259905	25,12	8	20	20
16,5	0,20267698	25,12	8	20	20
17	0,4518413	25,12	8	20	20
17,5	0,72763555	25,12	8	20	20
18	1,01350526	25,12	8	20	20
18,5	1,32707771	25,12	8	20	20
19	1,65193272	25,12	8	20	20



19,5	1,99414446	25,12	8	20	20
20	3,76813073	25,12	8	20	20
20,5	6,82998872	25,12	8	20	20
21	9,89693752	25,12	8	20	20
21,5	12,8734285	25,12	8	20	20
22	15,6839393	25,12	8	20	20
22,5	18,4281471	39,2	8	25	15
23	20,826386	39,2	8	25	15
23,5	21,3362718	39,2	8	25	15
24	21,8461034	39,2	8	25	15
24,5	22,3466526	39,2	8	25	15
25	22,8472017	39,2	8	25	15
25,5	23,3526314	39,2	8	25	15
26	23,8588116	39,2	8	25	15
26,5	24,3726125	39,2	8	25	15
27	24,889105	39,2	8	25	15
27,5	25,3852267	39,2	8	25	15
28	25,867768	39,2	8	25	15
28,5	26,3553545	39,2	8	25	15
29	26,8643625	39,2	8	25	15
29,5	27,3733705	39,2	8	25	15
30	27,9086267	39,2	8	25	15
30,5	28,4504449	39,2	8	25	15
31	29,0022444	39,2	8	25	15
31,5	29,5696346	39,2	8	25	15
32	30,1370247	39,2	8	25	15



2.1.7.4. COMPROBACION EN SERVICIO DE LA VIGA

POCO PROBABLE				
Flector Mínimo			Flector Máximo	
X	Nd	Md	Nd	Md
0	-802,83	244,703	-981,239	299,082
0,5	-813,73	509,328	-994,561	582,092
1	-824,63	770,919	-1007,884	862,677
1,5	-833,61	1029,68	-1018,862	1141,086
2	-841,37	1286,74	-1028,34	1418,701
2,5	-848,87	1542,32	-1037,512	1695,785
3	-855,38	1797,08	-1045,46	1973,154
3,5	-861,88	2051,14	-1053,409	2250,948
4	-867,41	2304,96	-1060,167	2529,737
4,5	-872,71	2558,76	-1066,644	2809,788
5	-877,48	2812,62	-1072,476	3091,187
5,5	-881,46	3066,23	-1077,34	3373,57
6	-885,23	3319,33	-1081,95	3656,61
6,5	-888,42	3572,19	-1085,846	3940,636
7	-891,47	3824,73	-1089,575	4225,561
7,5	-893,63	4077,17	-1092,217	4511,641
8	-895,79	4329,37	-1094,859	4798,712
8,5	-892,16	4581,18	-1090,422	5086,582
9	-888,5	4831,77	-1085,943	5374,264
9,5	-890,85	5067,55	-1088,812	5645,112
10	-886,53	5261,91	-1083,538	5866,621
11	-878,6	5414,63	-1073,838	6038,529
11	-866,55	5525,44	-1059,118	6160,483
12	-850,15	5593,52	-1039,073	6231,506
12	-830,97	5621,32	-1015,625	6254,576
13	-822,11	5616,89	-1004,799	6239,531
13	-823,39	5609,17	-1006,363	6221,754
14	-822,65	5602,61	-1005,462	6206,687
14	-820,6	5597,58	-1002,959	6194,76
15	-817,56	5594,2	-999,24	6186,135
15	-814,16	5592,28	-995,079	6180,591
16	-809,52	5592,01	-989,409	6178,332
16	-804,7	5592,92	-983,518	6178,798
17	-798,53	5595,12	-975,983	6182,136
17	-792,21	5598,02	-968,257	6187,602
18	-784,82	5601,47	-959,221	6195,021
18	-777,11	5604,95	-949,803	6203,77



19	-768,55	5608,01	-939,335	6213,285
19	-760,3	5610,19	-929,259	6223,01
20	-752,55	5611,07	-919,786	6232,423
20	-751,34	5606,26	-918,306	6236,162
21	-750,6	5567,32	-917,394	6199,486
21	-744,85	5488,63	-910,37	6115,497
22	-735,68	5370,78	-899,16	5984,931
22	-723,9	5216,6	-884,765	5811,244
23	-709,59	5027,99	-867,281	5596,763
23	-698,13	4807,72	-853,273	5344,868
24	-698,42	4575,29	-853,622	5079,388
24	-698,69	4339,91	-853,956	4811,59
25	-696,77	4101,84	-851,612	4541,795
25	-694,86	3861,11	-849,269	4270,022
26	-692,22	3617,82	-846,046	3996,399
26	-689,47	3371,78	-842,687	3720,709
27	-685,97	3123,13	-838,404	3443,115
27	-682,2	2871,61	-833,794	3163,281
28	-677,9	2617,34	-828,543	2881,38
28	-673,25	2360,53	-822,863	2597,659
29	-668,39	2101,15	-816,922	2312,078
29	-662,62	1839,02	-809,869	2024,412
30	-656,85	1573,7	-802,816	1734,141
30	-650,34	1305,09	-794,863	1441,122
31	-643,65	1032,62	-786,685	1144,682
31	-637,18	756,235	-778,773	844,73
32	-631,05	475,555	-771,277	540,813
32	-624,91	190,473	-763,78	232,8

FRECUENTE			
Flector Mínimo		Flector Máximo	
Nd	Md	Nd	Md
-802,83	244,703	-981,239	299,082
-813,73	509,328	-994,561	562,404
-824,63	770,919	-1007,88	823,927
-833,61	1029,68	-1018,86	1083,9
-841,37	1286,74	-1028,34	1343,7
-848,87	1542,32	-1037,51	1603,6
-855,38	1797,08	-1045,46	1864,4
-861,88	2051,14	-1053,41	2126,26
-867,41	2304,96	-1060,17	2389,74



-872,71	2558,76	-1066,64	2655,1
-877,48	2812,62	-1072,48	2922,44
-881,46	3066,23	-1077,34	3191,38
-885,23	3319,33	-1081,95	3461,61
-888,42	3572,19	-1085,85	3733,45
-891,47	3824,73	-1089,58	4006,81
-893,63	4077,17	-1092,22	4281,95
-895,79	4329,37	-1094,86	4558,71
-892,16	4581,18	-1090,42	4836,9
-888,5	4831,77	-1085,94	5115,51
-890,85	5067,55	-1088,81	5377,93
-886,53	5261,91	-1083,54	5591,62
-878,6	5414,63	-1073,84	5756,34
-866,55	5525,44	-1059,12	5871,73
-850,15	5593,52	-1039,07	5936,82
-830,97	5621,32	-1015,63	5954,58
-822,11	5616,89	-1004,8	5934,84
-823,39	5609,17	-1006,36	5913
-822,65	5602,61	-1005,46	5894,5
-820,6	5597,58	-1002,96	5879,76
-817,56	5594,2	-999,24	5868,95
-814,16	5592,28	-995,079	5861,84
-809,52	5592,01	-989,409	5858,64
-804,7	5592,92	-983,518	5858,8
-798,53	5595,12	-975,983	5862,45
-792,21	5598,02	-968,257	5868,85
-784,82	5601,47	-959,221	5877,83
-777,11	5604,95	-949,803	5888,77
-768,55	5608,01	-939,335	5901,1
-760,3	5610,19	-929,259	5914,26
-752,55	5611,07	-919,786	5927,74
-751,34	5606,26	-918,306	5936,16
-750,6	5567,32	-917,394	5904,8
-744,85	5488,63	-910,37	5826,75
-735,68	5370,78	-899,16	5702,74
-723,9	5216,6	-884,765	5536,24
-709,59	5027,99	-867,281	5329,58
-698,13	4807,72	-853,273	5086,12
-698,42	4575,29	-853,622	4829,7
-698,69	4339,91	-853,956	4571,59
-696,77	4101,84	-851,612	4312,11
-694,86	3861,11	-849,269	4051,27



-692,22	3617,82	-846,046	3789,21
-689,47	3371,78	-842,687	3525,71
-685,97	3123,13	-838,404	3260,93
-682,2	2871,61	-833,794	2994,53
-677,9	2617,34	-828,543	2726,69
-673,25	2360,53	-822,863	2457,66
-668,39	2101,15	-816,922	2187,39
-662,62	1839,02	-809,869	1915,66
-656,85	1573,7	-802,816	1641,95
-650,34	1305,09	-794,863	1366,12
-643,65	1032,62	-786,685	1087,49
-637,18	756,235	-778,773	805,98
-631,05	475,555	-771,277	521,126
-624,91	190,473	-763,78	232,8

CUASI-PERMANETE			
Flector Mínimo		Flector Máximo	
Nd	Md	Nd	Md
-802,83	244,703	-981,239	299,082
-813,73	509,328	-994,561	554,529
-824,63	770,919	-1007,88	808,427
-833,61	1029,68	-1018,86	1061,02
-841,37	1286,74	-1028,34	1313,7
-848,87	1542,32	-1037,51	1566,72
-855,38	1797,08	-1045,46	1820,9
-861,88	2051,14	-1053,41	2076,39
-867,41	2304,96	-1060,17	2333,74
-872,71	2558,76	-1066,64	2593,23
-877,48	2812,62	-1072,48	2854,94
-881,46	3066,23	-1077,34	3118,51
-885,23	3319,33	-1081,95	3383,61
-888,42	3572,19	-1085,85	3650,57
-891,47	3824,73	-1089,58	3919,31
-893,63	4077,17	-1092,22	4190,08
-895,79	4329,37	-1094,86	4462,71
-892,16	4581,18	-1090,42	4737,02
-888,5	4831,77	-1085,94	5012,01
-890,85	5067,55	-1088,81	5271,05
-886,53	5261,91	-1083,54	5481,62
-878,6	5414,63	-1073,84	5643,47
-866,55	5525,44	-1059,12	5756,23



-850,15	5593,52	-1039,07	5818,94
-830,97	5621,32	-1015,63	5834,58
-822,11	5616,89	-1004,8	5812,97
-823,39	5609,17	-1006,36	5789,5
-822,65	5602,61	-1005,46	5769,62
-820,6	5597,58	-1002,96	5753,76
-817,56	5594,2	-999,24	5742,07
-814,16	5592,28	-995,079	5734,34
-809,52	5592,01	-989,409	5730,77
-804,7	5592,92	-983,518	5730,8
-798,53	5595,12	-975,983	5734,57
-792,21	5598,02	-968,257	5741,35
-784,82	5601,47	-959,221	5750,96
-777,11	5604,95	-949,803	5762,77
-768,55	5608,01	-939,335	5776,22
-760,3	5610,19	-929,259	5790,76
-752,55	5611,07	-919,786	5805,86
-751,34	5606,26	-918,306	5816,16
-750,6	5567,32	-917,394	5786,92
-744,85	5488,63	-910,37	5711,25
-735,68	5370,78	-899,16	5589,87
-723,9	5216,6	-884,765	5426,24
-709,59	5027,99	-867,281	5222,7
-698,13	4807,72	-853,273	4982,62
-698,42	4575,29	-853,622	4729,83
-698,69	4339,91	-853,956	4475,59
-696,77	4101,84	-851,612	4220,23
-694,86	3861,11	-849,269	3963,77
-692,22	3617,82	-846,046	3706,34
-689,47	3371,78	-842,687	3447,71
-685,97	3123,13	-838,404	3188,05
-682,2	2871,61	-833,794	2927,03
-677,9	2617,34	-828,543	2664,82
-673,25	2360,53	-822,863	2401,66
-668,39	2101,15	-816,922	2137,52
-662,62	1839,02	-809,869	1872,16
-656,85	1573,7	-802,816	1605,08
-650,34	1305,09	-794,863	1336,12
-643,65	1032,62	-786,685	1064,62
-637,18	756,235	-778,773	790,48
-631,05	475,555	-771,277	513,251
-624,91	190,473	-763,78	232,8



A continuación se adjuntan los listados correspondientes a las tensiones máximas y mínimas (en kN/m²) para las diferentes combinaciones de acciones anteriormente mencionadas en todas las secciones del tablero. Para obtener el valor máximo en compresión se utiliza la combinación poco probable y para obtener el valor mínimo la combinación frecuente.

Station	Combinacion	Tensiones	Combinacion	Tensiones
0	ELS poco probable	6889,217114	ELS frecuente	5636,63218
0,5	ELS poco probable	6982,752611	ELS frecuente	5713,16123
1	ELS poco probable	7076,288108	ELS frecuente	5789,69027
1,5	ELS poco probable	7153,36657	ELS frecuente	5852,75447
2	ELS poco probable	7219,908992	ELS frecuente	5907,19827
2,5	ELS poco probable	7284,304228	ELS frecuente	5959,88528
3	ELS poco probable	7340,110716	ELS frecuente	6005,54513
3,5	ELS poco probable	7395,917205	ELS frecuente	6051,20499
4	ELS poco probable	7443,364714	ELS frecuente	6090,02568
4,5	ELS poco probable	7488,843491	ELS frecuente	6127,23558
5	ELS poco probable	7529,788592	ELS frecuente	6160,73612
5,5	ELS poco probable	7563,93318	ELS frecuente	6188,6726
6	ELS poco probable	7596,305102	ELS frecuente	6215,15872
6,5	ELS poco probable	7623,658223	ELS frecuente	6237,53855
7	ELS poco probable	7649,837856	ELS frecuente	6258,95825
7,5	ELS poco probable	7668,387619	ELS frecuente	6274,13532
8	ELS poco probable	7686,937383	ELS frecuente	6289,3124
8,5	ELS poco probable	7655,781942	ELS frecuente	6263,82159
9	ELS poco probable	7624,336122	ELS frecuente	6238,09319
9,5	ELS poco probable	7644,481158	ELS frecuente	6254,57549
10	ELS poco probable	7607,455046	ELS frecuente	6224,2814
10,5	ELS poco probable	7539,348027	ELS frecuente	6168,55748
11	ELS poco probable	7436,00247	ELS frecuente	6084,00202
11,5	ELS poco probable	7295,266288	ELS frecuente	5968,85424
12	ELS poco probable	7130,640617	ELS frecuente	5834,1605
12,5	ELS poco probable	7054,629227	ELS frecuente	5771,96937
13	ELS poco probable	7065,609279	ELS frecuente	5780,95305
13,5	ELS poco probable	7059,283949	ELS frecuente	5775,77778
14	ELS poco probable	7041,709445	ELS frecuente	5761,39864
14,5	ELS poco probable	7015,600156	ELS frecuente	5740,03649
15	ELS poco probable	6986,386781	ELS frecuente	5716,13464
15,5	ELS poco probable	6946,575793	ELS frecuente	5683,56201
16	ELS poco probable	6905,217425	ELS frecuente	5649,72335
16,5	ELS poco probable	6852,316807	ELS frecuente	5606,44102



17	ELS poco probable	6798,072994	ELS frecuente	5562,05972
17,5	ELS poco probable	6734,629989	ELS frecuente	5510,15181
18	ELS poco probable	6668,506933	ELS frecuente	5456,05113
18,5	ELS poco probable	6595,014993	ELS frecuente	5395,92136
19	ELS poco probable	6524,271858	ELS frecuente	5338,04061
19,5	ELS poco probable	6457,757401	ELS frecuente	5283,61969
20	ELS poco probable	6447,368918	ELS frecuente	5275,12002
20,5	ELS poco probable	6440,966631	ELS frecuente	5269,88179
21	ELS poco probable	6391,647458	ELS frecuente	5229,52974
21,5	ELS poco probable	6312,947854	ELS frecuente	5165,13915
22	ELS poco probable	6211,876918	ELS frecuente	5082,44475
22,5	ELS poco probable	6089,124866	ELS frecuente	4982,01125
23	ELS poco probable	5990,778813	ELS frecuente	4901,5463
23,5	ELS poco probable	5993,228656	ELS frecuente	4903,55072
24	ELS poco probable	5995,568719	ELS frecuente	4905,46532
24,5	ELS poco probable	5979,11749	ELS frecuente	4892,00522
25	ELS poco probable	5962,66626	ELS frecuente	4878,54512
25,5	ELS poco probable	5940,0352	ELS frecuente	4860,0288
26	ELS poco probable	5916,453672	ELS frecuente	4840,73482
26,5	ELS poco probable	5886,38074	ELS frecuente	4816,1297
27	ELS poco probable	5854,015014	ELS frecuente	4789,64865
27,5	ELS poco probable	5817,145019	ELS frecuente	4759,48229
28	ELS poco probable	5777,272178	ELS frecuente	4726,85906
28,5	ELS poco probable	5735,560561	ELS frecuente	4692,73137
29	ELS poco probable	5686,041738	ELS frecuente	4652,21597
29,5	ELS poco probable	5636,522915	ELS frecuente	4611,70057
30	ELS poco probable	5580,68442	ELS frecuente	4566,01453
30,5	ELS poco probable	5523,266007	ELS frecuente	4519,03582
31	ELS poco probable	5467,716034	ELS frecuente	4473,58585
31,5	ELS poco probable	5415,084516	ELS frecuente	4430,5237
32	ELS poco probable	5362,452998	ELS frecuente	4387,46154

σ_{\max}	σ_{\min}
7686,93738	4387,46154

Como observamos por la tabla de tensiones. La tensión alcanza su máximo valor en 7.69 MPa. Según la EHE este valor debe ser inferior a $0,6f_{ck}$.

$$0.6 \cdot 50 = 30 \text{ MPa} > 7.69 \text{ MPa}$$



Cumple el valor máximo para Estados Límite de Fisuración, por lo que la estructura se podrá tesar cuando el hormigón alcance una resistencia característica de $7.69/0.6=12.82$ MPa.

- Cálculo de flechas

Para acabar con el apartado de comprobaciones, calcularemos la flecha que se producirá en el centro-luz de la viga, utilizando el cálculo del Estado Límite de Deformación para las combinaciones más desfavorables, en nuestro caso la combinación poco probable.

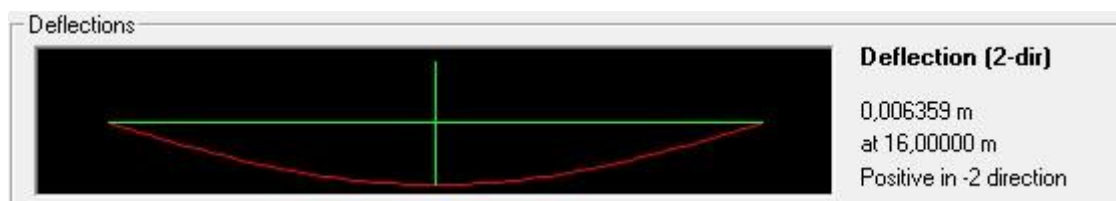


Las deformaciones máximas se van a dar en $x=16$ m, el centro luz de la viga de 32 metros, se han obtenido por tanto la flecha vertical máxima para el valor frecuente de la sobre carga de uso para comprobar las recomendaciones de la IAP 11 “instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera” el cual recomendando verificar la flecha máxima para que no supere los valores de:

- $L/1000$ en puentes de carretera
- $L/1200$ en pasarelas o puentes con zonas peatonales

Siendo L la luz del vano.

Por tanto: $32/1200 = 0.0266$ m



Observamos por tanto que nuestra flecha vertical máxima para el valor frecuente de la sobrecarga de uso es de $0.006359\text{m} < 0.0266\text{m}$



Por tanto, los valores de deformación máxima obtenidos son razonables, ya que no afectan a la apariencia o funcionalidad del proyecto, o causar daños a elementos no estructurales según la IAP-11.

2.1.7.5. Longitud de anclaje

En este apartado vamos a establecer las longitudes de anclaje de las distintas armaduras longitudinales tanto del alma como del ala de la sección transversal, para ello tendremos dos posiciones de armadura posición I y posición II, y nuestro criterio será:

$$m \cdot \sigma^2 > \sigma \cdot f_{yk} / 20$$

Siendo $m=1.3$ para posiciones de armadura I y 1.4 para posición II

Sacamos la l_b neta

Si $b-c \geq 0,7l_b$ neta

$$L_1 = l_b \text{ neta} - (b-c)$$

Siendo b la distancia entre centro del apoyo y el extremo de la viga y c el recubrimiento geométrico.

Establecemos las longitudes de anclaje para todas las armaduras longitudinales que lo necesiten para una correcta disposición.

En el anejo de planos se muestra detalladamente la disposición longitudinal de cada armadura con su correspondiente anclaje.



2.2. PILA

2.2.1. Descripción de la pila

En este apartado vamos a describir la pila que se pretende diseñar y dimensionar. En primer lugar vamos a calcular las pilas centrales, la central que apoya las dos vigas y la de ambos estribos. Serán de hormigón armado de 5 metros de altura desde la superficie del suelo hasta donde se apoyara la viga pretensada, las dimensiones de la sección son cuadradas de 0.8 metros de ancho, las pilas serán macizas en toda su sección. Por otra parte tendremos las pilas de los accesos, las cuales serán de diferente altura dependiendo de la posición donde se van a colocar en los accesos, dichas pilas tendrán dimensión de 0.5x0.5 metros y también serán macizas igual que las pilas centrales.

2.2.2. Materiales empleados

2.2.2.1. Hormigón

Para la fabricación de las pilas utilizaremos un hormigón armado de 30 MPa

HA-30/P/20/IIa

La pila será prefabricada por la dificultad que conlleva el proceso constructivo in situ. Las características del hormigón son, consistencia plástica, tamaño máximo de árido de 20mm y se considerara un ambiente IIa, todas estas características son idénticas a las de la viga prefabricada. Según el artículo 37.2.4 de la EHE el recubrimiento mínimo que se debe garantizar en toda la pila será de 25 mm.

2.2.2.2. Acero

Para el armado de la pila se utilizara un Acero B 500 S

El coeficiente de minoración para la resistencia del acero pasivo es de $\gamma_s = 1,15$.

Límite elástico característico $f_{yk} = 500$ MPa

Módulo de elasticidad $E_s = 200.000$ MPa



2.2.3. Normativa empleada

La normativa empleada es la misma para toda la pasarela. Como ya hemos comentado en la viga, la normativa empleada es:

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)
- La instrucción de hormigón Estructural (EHE-08)
- El código técnico de edificación (CTE)

2.2.4. Coeficientes de seguridad

Los coeficientes de seguridad adoptados para las acciones, de acuerdo con la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP)” y para un nivel de control de calidad de la ejecución intenso, son:

Estados Límites últimos:

ACCIÓN	SITUACIÓN DE PROYECTO			
	PERSISTENTE O TRANSITORIA		ACCIDENTAL	
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente	$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1$
Pretensado	$\gamma_P = 1$	$\gamma_P = 1$	$\gamma_P = 1$	$\gamma_P = 1$
Perm. NO cte.	$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1,5$	$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1$
Variable	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1$
Accidental			$\gamma_A = 1$	$\gamma_A = 1$



Estados límites de servicio:

ACCIÓN		FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente		$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1$
Pretensado	pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
Permanente no constante		$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1$
Variable		$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1$

Los coeficientes adoptados para la definición de los valores representativos de combinación, frecuente y cuasi-permanente de las acciones variables son:

Acción	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga	0,7	0,5	0,3

Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
0,6	0,5	0,2

Coeficiente de seguridad de los materiales son los siguientes:

Material	E.L.U	E.L.S
Hormigón	1.5	1.0
Acero en armaduras pasivas	1.15	1.0
Acero en armaduras activas	1.15	1.0

2.2.5. Acciones

2.2.5.1. Acciones permanentes

Para el análisis de la viga que vamos a ejecutar en la pasarela se ha considerado las acciones características específicas en la “instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)”



- Peso propio

Se considera un peso propio de la viga en función de las dimensiones y su longitud, considerando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3

Despreciamos el peso propio de la pila.

- Cargas muertas

Las cargas muertas consideradas en la estructura son el Peso propio de la viga sobre la base superior de la pila y la ménsula que dispondremos en el apoyo

2.2.5.2. Acciones variables

La Acciones variables que se tendrán en cuenta para el cálculo de la pila son:

- Sobrecarga de uso

Según la “instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera” la sobrecarga de uso que tendremos que considerar para nuestro análisis estructural 5 KN/m^3 en zonas de uso peatonal para las zonas más desfavorables.

- Viento

Tendremos que tener en cuenta la acción del viento sobre la pasarela y para ello tendremos en cuenta la instrucción IAP-11. En este caso al igual que en la viga podemos hacer un cálculo simplificado de del empuje del viento sobre la pila, ya que tenemos menos de 20 metros de altura máxima de pila, considerándose únicamente el viento transversal, ya que nuestro $C_f=2.1 < 2.2$.

Por tanto, como ya habíamos visto nuestra velocidad básica del viento es de 26 m/s y estamos en un tipo de entrono III, según la tabla 4.2-f de la IAP-11 nuestro empuje sobre pilas será de 2.29 KN/m^2 .



TIPO DE ENTORNO (APARTADO 4.2.2)	EMPUJE SOBRE TABLERO [kN/m ²]			EMPUJE SOBRE PILAS [kN/m ²]		
	$v_{b,0} = 26$ m/s	$v_{b,0} = 27$ m/s	$v_{b,0} = 29$ m/s	$v_{b,0} = 26$ m/s	$v_{b,0} = 27$ m/s	$v_{b,0} = 29$ m/s
0	2,58	2,78	3,21	3,16	3,40	3,93
I	2,29	2,47	2,85	2,79	3,01	3,47
II	1,94	2,09	2,41	2,37	2,56	2,95
III	1,47	1,58	1,83	1,80	1,94	2,23
IV	0,93	1,00	1,15	1,14	1,23	1,42

2.2.6. Hipótesis de combinación de acciones

Estados límites de servicio:

ACCIONES		COMBINACIÓN		
		Poco probable	Frecuente	Cuasipermanente
Permanente		$\gamma_G \cdot G_k$	$\gamma_G \cdot G_k$	$\gamma_G \cdot G_k$
Pretensado		$\gamma_P \cdot P_k$	$\gamma_P \cdot P_k$	$\gamma_P \cdot P_k$
Permanente no constante		$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$	$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$	$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$
Variables	determinante	$\gamma_Q \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$
	el resto	$\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$	



Estados límites últimos:

ACCIONES		SITUACIÓN DE PROYECTO		
		Persistente o transitoria	Accidental	Sísmica
Permanente		$\gamma_G \cdot G_k$	$\gamma_G \cdot G_k$	$\gamma_G \cdot G_k$
Pretensado		$\gamma_P \cdot P_k$	$\gamma_P \cdot P_k$	$\gamma_P \cdot P_k$
Permanente no constante		$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$	$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$	$\gamma_{G^*} \cdot G_k^*$
Variables	determinante	$\gamma_Q \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_1 \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$
	el resto	$\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$	$\gamma_Q \cdot \psi_2 \cdot Q_k$	

Dónde:

G_k Valor característico de las acciones permanentes

G_k^* Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante (excepto el pretensado)

P_k Valor característico de la acción del pretensado

Q_k Valor característico de la acción variable determinante

ψ_0 Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes

ψ_1 Valor representativo frecuente de la acción variable determinante

ψ_2 Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables concomitantes

2.2.7. Análisis de cálculo

Teniendo en cuenta las combinaciones de acciones más desfavorables, vamos a realizar el cálculo estructural de las pilas para el dimensionamiento de las armaduras pasivas, para estados límite último de agotamiento y la comprobación de las pilas en servicio. Estableceremos los esfuerzos máximos en cada pila de las diferentes combinaciones de acciones correspondientes a la sección del empotramiento (más desfavorable).

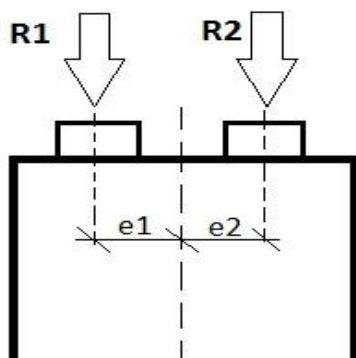
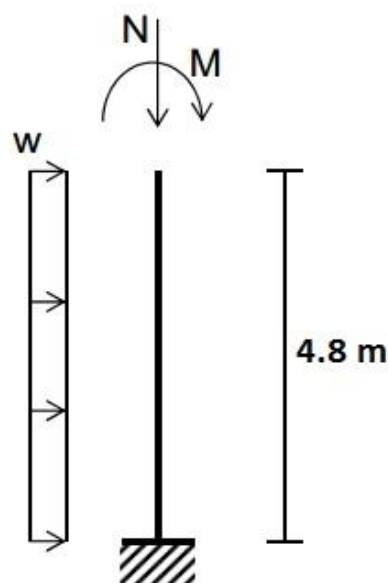


Analizaremos dos pilas diferentes, la pila central que apoya las dos vigas de 30 y 32 metros que ya hemos dimensionado, y una pila, la del estribo sur que será idéntica pero mas desfavorable que la pila del estribo norte al apoyarse esta en la viga de 32 metros, pero el dimensionamiento de las armaduras pasivas será de idéntico resultado.

La combinación de esfuerzos que vamos a analizar será la combinación permanente o transitoria, para axil y momento máximos y mínimos.

2.2.7.1. PILA CENTRAL

Calculamos los esfuerzos más desfavorables en la sección del empotramiento de la pila para Estados Limites Últimos de agotamiento.





Para la combinación persistente o transitoria nuestras reacciones en los neoprenos zunchados serán $R_2=1104.9$ KN y $R_1=1055.7$ para la hipótesis de máximo flector y $R_2=1126.07$ y $R_1=1091.2$ para la hipótesis de máximo cortante. Para la hipótesis de mínimo flector tendremos $R_1=588.2$ y $R_2=609.6$; y para la hipótesis de mínimo cortante tendremos $R_1=679.8$ y $R_2=708.4$.

A continuación se muestran los esfuerzos resultantes en el empotramiento de las distintas combinaciones de acciones de la Pila central

Combinación	Nd	Md
Axil máximo permanente	3211,2	233,35
Axil mínimo permanente	1552,88	-172,85
Momento máximo Per	2916,81	246,63
Momento mínimo Per	1167,8	-246,63
Cortante máximo Per	2993,3	188,5
Cortante mínimo Per	1388,2	-150,55

Para poder resistir los esfuerzos que hemos sacado de la pila central se va a dimensionar dicha pila, para el cual se ha utilizado el programa CalcFlex desarrollado por la Unidad docente del departamento de hormigón armado y pretensado de la Escuela ICCP de la UPV.

También se han realizado las comprobaciones correspondientes a los esfuerzos cortantes máximos y mínimos. Se ha comprobado que las tres pilas no requieren armadura de cortante en ninguna de sus direcciones, por lo que se colocara únicamente las armaduras necesarias por cuantía mínima, según el establecido en el artículo 44.2.3 de la EHE.

$$\frac{A_{\alpha} \cdot f_{y\alpha,d}}{\sin \alpha} \geq \frac{f_{ct,m}}{7,5} b_0$$



Dimensionamos a continuación la pila central la cual tendrá la siguiente disposición en toda su sección desde el apoyo hasta el empotramiento.

Tendremos en cuenta las separaciones mínimas según la EHE de 20mm, diámetro de la barra mayor y 1.25 TMA para barras longitudinales y separaciones máximas para la armadura trasversal a tener en cuenta para sujetar las barras longitudinales según El artículo 42.3.1 de la EHE $S_t \leq 15\phi_{min}$

As superior			
As	n	ϕ	s
24.5	5	25	15,6
As inferior			
As	n	ϕ	s
24.5	5	25	15,6
As Pared			
As	n	ϕ	s
24.5	5	25	15,6
As trasversal			
At	cercos	ϕ	s
	1	6	30

En el anejo de planos se adjuntaran los distintos planos para las distintas pilas que vamos a dimensionar así como la disposición del armado de cada pila con los detalles de armado.

2.2.7.2. PILA ESTRIBOS

Para la pila de los estribos tenemos las mismas bases de cálculo que la pila central pero en este caso las reacciones R1 y R2 sobre los neoprenos zunchados es distinta. R1 corresponderá a las reacciones aportadas por los esfuerzos generados por la viga pretensada y R2 por la Placa alveolar que vamos a colocar en los accesos.

Tendremos que para la combinación permanente las mismas hipótesis que la pila central, para la hipótesis de máximo flector tendremos $R1=1104.9$ ya que analizaremos la pila que apoya la viga de 32 metros que será un poco más desfavorable, y $R2=110$,



para la hipótesis de máximo cortante tendremos $R1=1126.07$ y $R2=110$. Para las hipótesis de mínimo flector tendremos $R1=609.6$ y $R2=90$; y para la hipótesis de mínimo cortante $R1=708.4$ y $R2=90$.

A continuación se muestra la tabla con los esfuerzos en la sección del empotramiento de las pilas del estribo sur (más desfavorable). Se tendrán las mismas consideraciones sobre la armadura de cortante que se han tenido en la pila central.

Combinación	Nd	Md
Axil máximo permanente	1855,5	131,21
Axil mínimo permanente	788,2	-97,19
Momento máximo Per	1640,12	296,17
Momento mínimo Per	699,6	-296,17
Cortante máximo Per	1237,42	300,4
Cortante mínimo Per	798,4	-270,7

Disposición de armado para las pilas de los estribos:

As superior			
As	n	Ø	s
24.5	5	25	15,6
As inferior			
As	n	Ø	s
24.5	5	25	15,6
As Pared			
As	n	Ø	s
24.5	5	25	15,6
As transversal			
At	cercos	Ø	s
	1	6	30



2.2.7.3. PILAS DE LOS ACCESOS

Para la pila de los accesos como vamos a tener unas dimensiones de 0,5x0,5 metros de pilas cuadradas y teniendo en cuenta que solo vamos a tener que contar con los esfuerzos producidos por el preso propio de las placas alveolares y los descansillos, además de las sobrecargas de uso que ya hemos tenido en cuenta en las bases de cálculos , por tanto dimensionaremos nuestra pilas de los accesos tal que:

As superior			
As	N	Ø	s
19.6	4	25	12
As inferior			
As	N	Ø	s
19.6	4	25	12
As Pared			
As	N	Ø	s
19.6	4	25	12
As transversal			
At	Cercos	Ø	s
	1	6	30

Vamos a colocar en cada cara de la sección de la viga 4 redondos del 25 para todas las pilas de los accesos, los cuales estarán separados entre si por 12 cm, cumpliendo mínimos y máximos según la EHE.



3. APARATOS DE APOYO

3.1. INTRODUCCION

En este apartado del anejo de cálculo estructural vamos a diseñar nuestros aparatos de apoyo para las vigas centrales y para los descansillos de los accesos a la pasarela. Nuestra estructura estará sujeta a determinados movimientos, los cuales están originados por las acciones de cargas externas como el viento, las cargas de la propia estructura, así como cargas sísmicas o de temperatura en caso de que existan. Es por ello que se precisan de elementos de apoyo que hagan posible esos movimientos generados por dichas fuerzas evitando que se dañe la estructura.

Los apoyos elastomericos nos permiten:

- Desplazamientos simultáneos en dos direcciones diferentes.
- Giros simultáneos en tres ejes diferentes.
- Absorbe las cargas verticales y las cargas horizontales de corta duración.

Por tanto la estructura que vamos a proyectar podrá descansar sobre los apoyos elastomericos los cuales absorben todas las fuerzas mencionadas sin estorbar sus movimientos.

3.2. REACCIONES

A continuación definiremos las reacciones que vamos a tener sobre los apoyos de la viga de 32 metros, que es más desfavorable que la de 30 metros y a partir de ahí escogeremos el apoyo de elastómero que más adecuado para nuestro caso. Las reacciones están en función de las combinaciones que hemos utilizado para el cálculo y dimensionamiento de la viga central.

Tendremos todas las combinaciones que hemos utilizado pero para escoger el apoyo de elastómero que vamos a utilizar en los pilares tendremos en cuenta la combinación más desfavorable, la que nos de la reacción mayor, en este caso será la situación persistente o transitoria de flector máximo para estados límites últimos.

A continuación se adjunta la tabla de las reacciones en los dos apoyos para todas las combinaciones posibles.



Joint	Combinaciones	F2	F3
1	Situación persistente Flector máximo	0,000	1104,901
1	Situación persistente Flector mínimo	0,000	609,556
1	ELS poco probable Flector mínimo	0,000	729,556
1	ELS poco probable Flector máximo	0,000	809,556
1	ELS frecuente Flector mínimo	0,000	729,556
1	ELS frecuente Flector máximo	0,000	769,556
1	ELS cuasipermanente Flector mínimo	0,000	729,556
1	ELS cuasipermanente Flector máximo	0,000	753,556
1	Situación persistente Cortante máximo	-21,168	1126,069
1	Situación persistente Cortante mínimo	21,168	708,388
2	Situación persistente Flector máximo	0,000	1104,901
2	Situación persistente Flector mínimo	0,000	609,556
2	ELS poco probable Flector mínimo	0,000	729,556
2	ELS poco probable Flector máximo	0,000	809,556
2	ELS frecuente Flector mínimo	0,000	729,556
2	ELS frecuente Flector máximo	0,000	769,556
2	ELS cuasipermanente Flector mínimo	0,000	729,556
2	ELS cuasipermanente Flector máximo	0,000	753,556
2	Situación persistente Cortante máximo	-21,168	1126,069
2	Situación persistente Cortante mínimo	21,168	708,388

Como observamos por la tabla las reacciones para la situación persistente o transitoria en ELU para flector máximo son de 1104.9 KN en los dos apoyos.

3.3. APOYO DE ELASTOMERO

Una vez analizadas las reacciones en los apoyos que vamos a tener por las fuerzas las cargas de la estructura, así como las sobrecargas de uso, las carga muertas y la acción del viento, escogeremos el tipo de apoyo elastomerico que utilizaremos para el apoyo de las dos vigas.

Para nuestro caso, la mejor opción por su sencillez y economía, es la de neopreno zunchado o también llamados apoyos armados standard.

Los apoyos armados soportan cargas verticales de hasta 15.000 kN > 1104,9, así como desplazamientos y giros en todas las direcciones, la carga de trabajo admisible es de 15 N/mm² y el desplazamiento admisible máximo es del orden de 50 % del espesor total.



3.3.1. NEOPRENO ZUNCHADO

El apoyo actúa, en primera línea, como un vínculo transmisor de carga entre partes de la estructura a unir de forma móvil. Transmite las cargas verticales del peso propio de la estructura y las cargas del tráfico libres de tensiones a los apoyos. Los apoyos transmiten las fuerzas de aceleración o deceleración de las cargas de tráfico, las centrífugas o producidas por el viento así como las fuerzas originadas por el esviaje de las piezas móviles. Los apoyos son capaces de absorber movimientos en todas direcciones y rotaciones en todos los ejes debido a los materiales utilizados y la forma constructiva

Los apoyos de neopreno zunchados y opcionalmente anclados se fabrican por capas. Esto significa que están formados por capas de elastómero y planchas de acero. Esta alternancia de materiales está químicamente fusionado a través de un proceso de vulcanización, durante la cual el neopreno se adhiere a las planchas de acero de refuerzo de tal manera que se fabrica una unidad resistente a compresión y corte.

El elastómero es un material macromolecular que admite considerables deformaciones con pequeños esfuerzos que vuelve a su dimensión y forma inicial una vez deja de actuar ésta. Las planchas de acero están químicamente vulcanizadas con el elastómero con el fin de aumentar su resistencia. Los apoyos están disponibles en calidad cloropreno (CR) o goma natural (NR) que es más económico con nivel de ozono "0" conforme a la normativa EN 1337-3.

3.3.1.1. APLICACIONES

Los apoyos de neopreno zunchados se utilizan preferentemente en la construcción de puentes con estructura de hormigón o metálica en todas sus versiones y edificios con temperaturas en la obra de -40°C bis +50°C. Se absorben sin problemas desviaciones de la temperatura hasta +70° C por corto espacio de tiempo



3.3.1.2. CARACTERISTICAS

Para la elección de las dimensiones de nuestro apoyo nos ayudaremos del catálogo de apoyos elastómeros de MECANOGUMBA SA, empresa fabricante de apoyos elastomericos.





1	2	3	4	mínima $\sigma \geq 5 \text{ N/mm}^2$			mínima $\sigma < 5 \text{ N/mm}^2$									
				Desplazamiento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo		Desplazamiento admisible Tipos 2 a 5	Altura total del apoyo			Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2		Ángulos de giro			
					Tipo 1	de elastómero Tipo 1		Tipo 2	Tipo 4	Tipo 5			 $n \cdot \alpha$	 $n \cdot \alpha$	 $n \cdot \alpha$	 $n \cdot \alpha$
Formato Dimensiones en planta a · b · D	Carga Admisible	Módulo E	Nº de capas	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			arc.	arc.	arc.	arc.
100 x 150	225	235	1	7,0	14	10	--	--	--	--	1		0,004	0,003	0,005	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26			0,008	0,006	0,010	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33			0,012	0,009	0,015	
			4	16,3	35	25	14,0	56	86	40			0,016	0,012	0,020	
			5	18,0	42	30	16,3	63	93	47			0,020	0,015	0,025	
			6	--	--	--	18,0	70	100	54			0,024	0,018	0,030	
150 x 200	450	480	1	7,0	14	10	--	--	--	--	1		0,003	0,003	0,004	
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26			0,006	0,006	0,008	
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33			0,009	0,009	0,013	
			4	17,5	35	25	14,0	56	86	40			0,012	0,012	0,017	
			5	21,0	42	30	17,5	63	93	47			0,015	0,015	0,021	
			6	23,3	49	35	21,0	70	100	54			0,018	0,018	0,025	
			7	25,3	56	40	23,3	77	107	61			0,021	0,021	0,029	
			8	27,0	63	45	25,3	84	114	68			0,024	0,024	0,033	
			9	--	--	--	27,0	91	121	75			0,027	0,027	0,037	
Ø 200 200 x 250 200 x 300	471 750 900	236 315 355	1	9,1	19	13	--	--	--	--	1		0,003	0,003	0,004	0,004
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33			0,006	0,005	0,008	0,008
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44			0,009	0,008	0,012	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55			0,012	0,010	0,016	0,016
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66			0,015	0,013	0,020	0,020
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77			0,018	0,015	0,024	0,024
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88			0,021	0,018	0,028	0,028
200 x 400	1200	430	1	9,1	19	13	--	--	--	--	2		0,003	0,001	0,003	
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33			0,006	0,002	0,006	
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44			0,009	0,003	0,009	
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55			0,012	0,005	0,012	
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66			0,015	0,006	0,015	
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77			0,018	0,008	0,018	
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88			0,021	0,009	0,021	
Ø 250 250 x 400	735 1500	366 610	1	9,1	19	13	--	--	--	--	1		0,003	0,001	0,003	0,004
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33			0,005	0,002	0,005	0,008
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44			0,008	0,004	0,008	0,012
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55			0,010	0,005	0,010	0,016
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66			0,013	0,006	0,013	0,020
			6	36,5	74	53	33,6	93	123	77			0,015	0,007	0,016	0,024
			7	40,0	85	61	37,9	104	134	88			0,018	0,009	0,018	0,028
			8	43,1	96	69	41,2	115	141	99			0,020	0,010	0,021	0,032
			9	--	--	--	44,1	126	156	110			0,023	0,011	0,023	0,036
Ø 300 300 x 400	1060 1800	527 630	1	9,1	19	13	--	--	--	--	1		0,002	0,001	0,002	0,003
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33			0,004	0,002	0,004	0,006
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44			0,006	0,004	0,007	0,009
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55			0,008	0,005	0,009	0,012
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66			0,010	0,006	0,011	0,015
			6	37,1	74	53	33,6	93	123	77			0,012	0,007	0,013	0,018
			7	42,5	85	61	39,2	104	134	88			0,014	0,009	0,015	0,021
			8	46,2	96	69	43,9	115	141	99			0,016	0,010	0,018	0,024
			9	49,5	107	77	47,5	126	156	110			0,018	0,011	0,020	0,027
			10	52,4	118	85	50,7	137	167	121			0,020	0,012	0,022	0,030
			11	--	--	--	53,4	148	178	132			0,022	0,013	0,024	0,033
Ø 350	1440	380	1	11,2	24	16	--	--	--	--	2					0,004
			2	18,9	39	27	15,4	56	86	40						0,008
			3	26,6	54	38	23,1	71	101	55						0,012
			4	34,3	69	49	30,8	86	116	70						0,016
			5	42,0	84	60	38,5	101	131	85						0,020
			6	49,5	99	71	46,2	116	146	100						0,024
			7	54,6	114	82	52,4	131	161	115						0,028
			8	59,0	129	93	57,1	146	176	130						0,032
			9	62,7	144	104	61,1	161	191	145						0,036

Tabla 8: Catálogos Neopreno Zunchado



Las características básicas de un neopreno zunchado deben ser:

- Dureza IRHD Grados 60 ± 5 UNE 53-549
- Modulo de Elasticidad en Cizalla MPa 0.9 ± 0.15 UNE 53-630
- Resistencia a la tracción mínima MPa 16 UNE 53-510
- Alargamiento a la rotura mínima % 425 UNE 53-510 Resistencia al Ozono (96h a $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 30%, 100 pphm) Sin grietas UNE 53-558/1
- Deformación remanente por compresión máxima. (24h. a 70°C) % 15 UNE 53-511
- Desgarro N/mm 10 UNE 53-565 Variación de dureza Grados ± 5
- Variación de resistencia a tracción, máximo % ± 15
- Variación de alargamiento a rotura máximo % ± 25 UNE 53-548 Límite Elástico Kp/cm² 2200 / 2400 UNE EN 10025
- Tensión Rotura Kp/cm² 3600 UNE EN 10025

Si observamos la tabla 8, vemos las características para distintas dimensiones de neoprenos zunchados. Para nuestro proyecto escogeremos un neopreno zunchado de 200 x 400 de 6 capas, cuya carga admisible es de $1200 > 1104.9$ KN.

Por tanto las características de nuestro apoyo teniendo en cuenta que es tipo 1 son:

- Carga admisible 1200 KN
- Módulo de Elasticidad 430 N/mm²
- Número de capas 6
- Desplazamiento admisible 33,7 mm
- Altura total del apoyo 74 mm
- Altura total de elastómero 53 m

Para el apoyo de las placas alveolares sobre las dos vigas centrales y las placas sobre los descansillos utilizaremos bandas de neopreno de 2 cm de espesor 10 cm de ancho y 250 cm de largo, para el apoyo de los descansillos sobre las pilas utilizaremos los anteriormente mencionados.



3.3.1.3. INSTALACION

Los apoyos de neopreno zunchado se colocan, por regla general, sin anclajes sobre una superficie tirada lisa de mortero (mortero de cemento con alta resistencia a la presión). Cuando se monten los apoyos hay que prestar especial atención a que se monten horizontales. Las superficies de apoyo de contacto deben ser horizontales, paralelas entre sí y lisas, de tal manera que cuando se encuentren bajo la influencia de las cargas verticales no exista deformación por cizallamiento. Para excluir esfuerzos no deseados de los apoyos de elastómero se deberá prestar atención a que las superficies sean lisas. Para conseguir esto hay que prevenir entre el apoyo y la estructura inferior un solado de igualación. El encofrado para la obtención del solado de igualación deberá ajustarse fuertemente al apoyo para evitar que el hormigón pueda escaparse por los lados y pueda posteriormente inhibir el libre movimiento del apoyo (inclinación, torsión). El encofrado deberá poder eliminarse posteriormente con facilidad. Para estos casos se ha acreditado como una buena solución la espuma de poliestireno. Los apoyos se deberán disponer de tal manera que sea fácil su sustitución.

Cuando se coloquen sin anclaje los apoyos de neopreno zunchado se deberá hacer la capa de mortero (mortero de cemento o de resina sintética) de un espesor mínimo de 20 - 30 mm y deberá ser algunos centímetros más grande en todas direcciones que el apoyo. Se recomienda un marco de 20 - 30 mm de altura como encofrado. En el esquema, a la izquierda, están representadas las medidas y distancias mínimas; las descripciones se explican a continuación:

a = Apoyo de neopreno zunchado

L = Longitud del apoyo

b = Banco de apoyo

B = Anchura del apoyo

c = Capa de mortero



x = Eje longitudinal del puente

y = Eje transversal del puente

El apoyo sobre apoyos de neopreno libres en todas direcciones se le conoce como apoyo flotante. Las fuerzas horizontales de corta duración se eliminan mediante las fuerzas de retorno de los apoyos de elastómero.

Debe tenerse en cuenta que las fuerzas horizontales ocasionan un desplazamiento adicional que deberá añadirse a los movimientos horizontales normales. Esto deberá tenerse en cuenta en la elección del espesor del apoyo.

3.3.1.4. DISPOSICION DE LOS NEOPRENOS ZUNCHADOS

A continuación se adjunta una imagen de la disposición de los dos neoprenos zunchados que se van a disponer sobre la pila central.





4. CIMENTACION

A continuación vamos a realizar el dimensionamiento de la cimentación que vamos a colocar en nuestra pasarela. Definiremos en primer lugar los elementos que vamos a disponer para la cimentación y las bases de cálculo que vamos a tener en cuenta para el dimensionamiento y la comprobación.

4.1. Descripción de los elementos

Vamos a disponer de tres zapatas centrales, una en el centro de la pasarela que transmitirá los esfuerzos de las vigas prefabricadas de hormigón pretensado y la pila centra que ya hemos diseñado y dos en los estribos de la pasarela. Las tres zapatas las vamos a diseñar igual. Serán zapatas cuadradas de 2x2 metros y 0.8 metros de canto.

Por otra parte tenemos que diseñar las zapatas de los accesos a la pasarela. Para ello tendremos en cuenta que como todas las pilas de los accesos son iguales diseñaremos las zapatas también iguales. Por tanto las zapatas asiladas de los accesos serán de 1x1 metro y 0.4 metros de canto

4.2. Materiales

4.2.1. Hormigón

El hormigón utilizado para la fabricación de las zapatas de cimentación será:

HA- 30/P/20/Ila

Sera un hormigón armado de 30 MPa de resistencia característica a compresión, de consistencia plástica, 20 mm el tamaño máximo de árido y un ambiente Ila por ser un exterior sin cloruros y con precipitaciones medias anuales menores a 600 mm. Según el apartado 37.2.4 de la EHE-08 el recubrimiento mínimo establecido será de 25mm, como es un prefabricado y el control será intenso, el recubrimiento nominal será de 25mm, pero como en este caso las zapatas van a realizarse mediante encofrado perdido, el hormigón va a estar en contacto con el terreno es por ello que la EHE exige



70mm de recubrimiento mínimo, es por ello que dispondremos de un recubrimiento de 70 mm para todos los elementos de armado de la zapata.

El coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón es de $\gamma_c = 1,5$

4.2.2. Acero

El acero empleado en la ejecución de la viga será de dos tipos, el de la armadura activa y el de la armadura pasiva.

El acero de la armadura pasiva será B-500-S

El coeficiente de minoración para la resistencia del acero pasivo es de $\gamma_s = 1,15$.

Límite elástico característico $f_{yk} = 500$ MPa

Módulo de elasticidad $E_s = 200.000$ MPa

4.3. Normativa empleada

La normativa empleada para el cálculo de la pasarela es:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)
- Código técnico de la edificación CTE

4.4. Coeficientes de seguridad

Los coeficientes de seguridad adoptados para las acciones, de acuerdo con la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP)” y para un nivel de control de calidad de la ejecución intenso, son:



Estados Límites últimos:

ACCIÓN	SITUACIÓN DE PROYECTO			
	PERSISTENTE O TRANSITORIA		ACCIDENTAL	
	FAVORABLE	DESFAVORABLE	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente	$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1$
Pretensado	$\gamma_P = 1$	$\gamma_P = 1$	$\gamma_P = 1$	$\gamma_P = 1$
Perm. NO cte.	$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1,5$	$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1$
Variable	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1,5$	$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1$
Accidental			$\gamma_A = 1$	$\gamma_A = 1$

Tabla 9: Coeficientes de seguridad para acciones en ELU

Estados

límites de servicio:

ACCIÓN		FAVORABLE	DESFAVORABLE
Permanente		$\gamma_G = 1$	$\gamma_G = 1$
Pretensado	pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
Permanente no constante		$\gamma_{G^*} = 1$	$\gamma_{G^*} = 1$
Variable		$\gamma_Q = 0$	$\gamma_Q = 1$

Tabla 10: Coeficientes de seguridad para acciones en ELS

Los coeficientes adoptados para la definición de los valores representativos de combinación, frecuente y cuasi-permanente de las acciones variables son:

Acción	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga	0'7	0'5	0'3

Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
0,6	0,5	0,2



Coeficiente de seguridad de los materiales son los siguientes:

Material	E.L.U	E.L.S
Hormigón	1.5	1.0
Acero en armaduras pasivas	1.15	1.0
Acero en armaduras activas	1.15	1.0

4.5. Acciones

4.5.1. Acciones permanentes

Para el análisis de la viga que vamos a ejecutar en la pasarela se ha considerado las acciones características específicas en la “instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)”

4.5.1.1. Peso propio

Se considera un peso propio de la pila en función de las dimensiones y su longitud, considerando un peso específico del hormigón de 25 KN/m^3 . Como tenemos una pila de 5 metros, y 0.8×0.8 , el peso propio será de 80 KN

4.5.1.2. Cargas muertas

Las cargas muertas consideradas en la cimentación y que se transmitirán al terreno son las producidas por las vigas sobre los pilares de la pasarela que ya hemos calculado anteriormente, en el apartado de aparatos de apoyo y que será de 10KN

4.5.2. Acciones variables

4.5.2.1. Sobrecargas de uso

Según la “instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera” la sobre carga de uso que tendremos que considerar para nuestro análisis estructural 5 KN/m^2 en zonas de uso peatonal para las zonas más desfavorables.



4.6. Análisis de calculo

Parta realizar el dimensionamiento y la comprobación de las zapatas que vamos a diseñar utilizaremos el programa CYPECAD 2014, en el cual definiremos todas las bases de cálculo que hemos descrito en este apartado, y las acciones que hemos definido anteriormente.

En el anejo de planos detallaremos todo el despiece de las dos zapatas que vamos a diseñar.

4.6.1. Dimensionamiento zapata P1

La primera zapata que vamos a dimensionar será la zapata centra que ya hemos descrito antes y que según las acciones que tenemos y los esfuerzos que va a transmitir al terreno el despiece de armado será el siguiente:

Parrilla inferior

	n	\varnothing (mm)	Sep(cm)
Armado X	9	20	21
Armado Y	9	20	21

Dispondremos de 9 barras del 20 en cada una de las direcciones separadas 21 cm entre sí. El anclaje de la patilla final y la patilla inicial será de 20 cm de longitud.

No será necesaria la parrilla superior ya que cumple con el hormigón en masa.

No será necesario el armado perimetral.

4.6.2. Comprobación zapata P1

La separación horizontal entre barras debe de cumplir una serie de limitaciones contempladas en la EHE, Art.66.4.1. y Art.42.3.1. :

Separación horizontal: $S_h = 21 \text{ cm}$	Condiciones que debe cumplir	
	• $\geq 2 \text{ cm}$	Cumple
	• $> \varnothing = 2 \text{ cm}$	Cumple
	• $0,8 \times D$	Cumple
	• $< 30 \text{ cm}$	Cumple



Referencia: P-1		
Dimensiones: 200 x 200 x 80		
Armados: Xi:Ø20c/21 Yi:Ø20c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 0.0445374 MPa	
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.24525 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.306563 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X ⁽¹⁾ - En dirección Y ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		No procede No procede
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 20.74 kN·m Momento: 20.74 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 0.00 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 70.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P-1:	Mínimo: 54 cm Calculado: 69 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019 Calculado: 0.0019	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0019 Calculado: 0.0019	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



4.6.3. Dimensionamiento zapata P2

La segunda y última zapata que vamos a diseñar es la zapata que vamos a disponer en los accesos y cuyas dimensiones geométricas ya hemos definido, e spo rtanto que la armadura que vamos a disponer en estas zapatas en función de los esfuerzos calculados y las dimensiones geométricas serán:

Parrilla inferior

	n	Ø(mm)	Sep(cm)
Armado X	4	16	27
Armado Y	4	16	27

En este caso dispondremos de 4 barras del 16 separadas entre si por 27 cm de distancia. El anclaje que dispondremos en la patilla inicial y final será de 16 cm.

No será necesaria la parrilla superior ya que cumple con el hormigón en masa.

No será necesario el armado perimetral.

4.6.4. Comprobación zapata P2

La separación horizontal entre barras debe de cumplir una serie de limitaciones contempladas en la EHE, Art.66.4.1. y Art.42.3.1. :

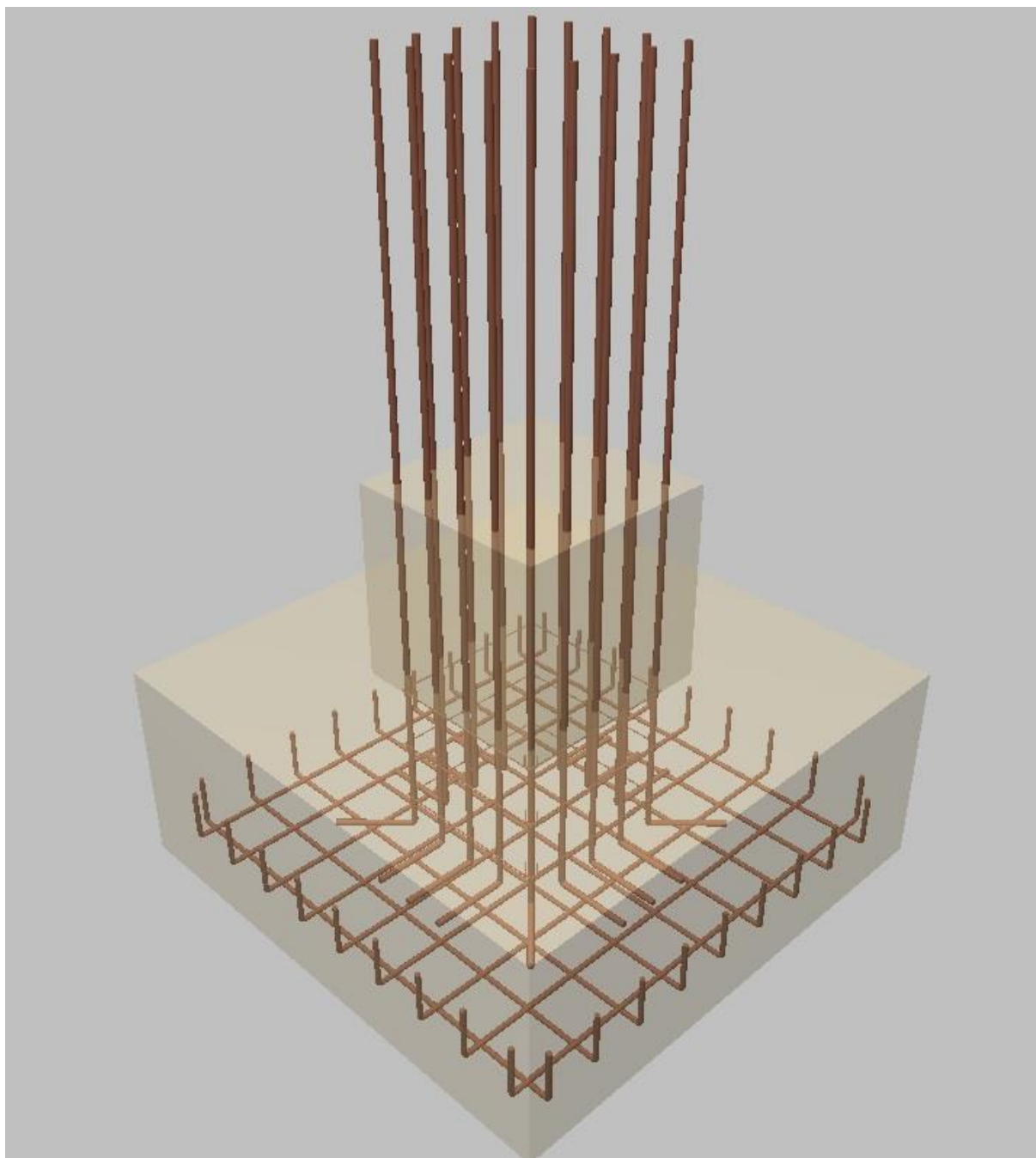
Separación horizontal: Sh = 27 cm	Condiciones que debe cumplir	
	• $\geq 2 \text{ cm}$	Cumple
	• $> \varnothing = 1,6 \text{ cm}$	Cumple
	• $0,8 \times D = 0,8 \times 1,6 = 1,28 \text{ cm}$	Cumple
	• $< 30 \text{ cm}$	Cumple



Referencia: P-2		
Dimensiones: 100 x 100 x 40		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 0.0577809 MPa	
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.24525 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.306563 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		No procede
- En dirección X ⁽¹⁾		No procede
- En dirección Y ⁽¹⁾		No procede
⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 4.06 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.06 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 122.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para andar arranques en cimentación:		
- P-2:	Mínimo: 0 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.0019	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Visión 3D zapata P1 (CYPECAD)





Vision 3D zapata P2 (CYPECAD)

