PLAN PARCIAL ZM-Br1 BARRIOMAR

SEPARATA 2

PROPUESTA DE DISEÑO DE MEDIDAS ACÚSTICAS CORRECTORAS SOBRE VIADUCTO A-30 PARA EL PLAN PARCIAL ZM-BR1

Promotor: Ayuntamiento de Murcia
Equipo redactor: URBAMUSA

Barriomar
noviembre 2.019

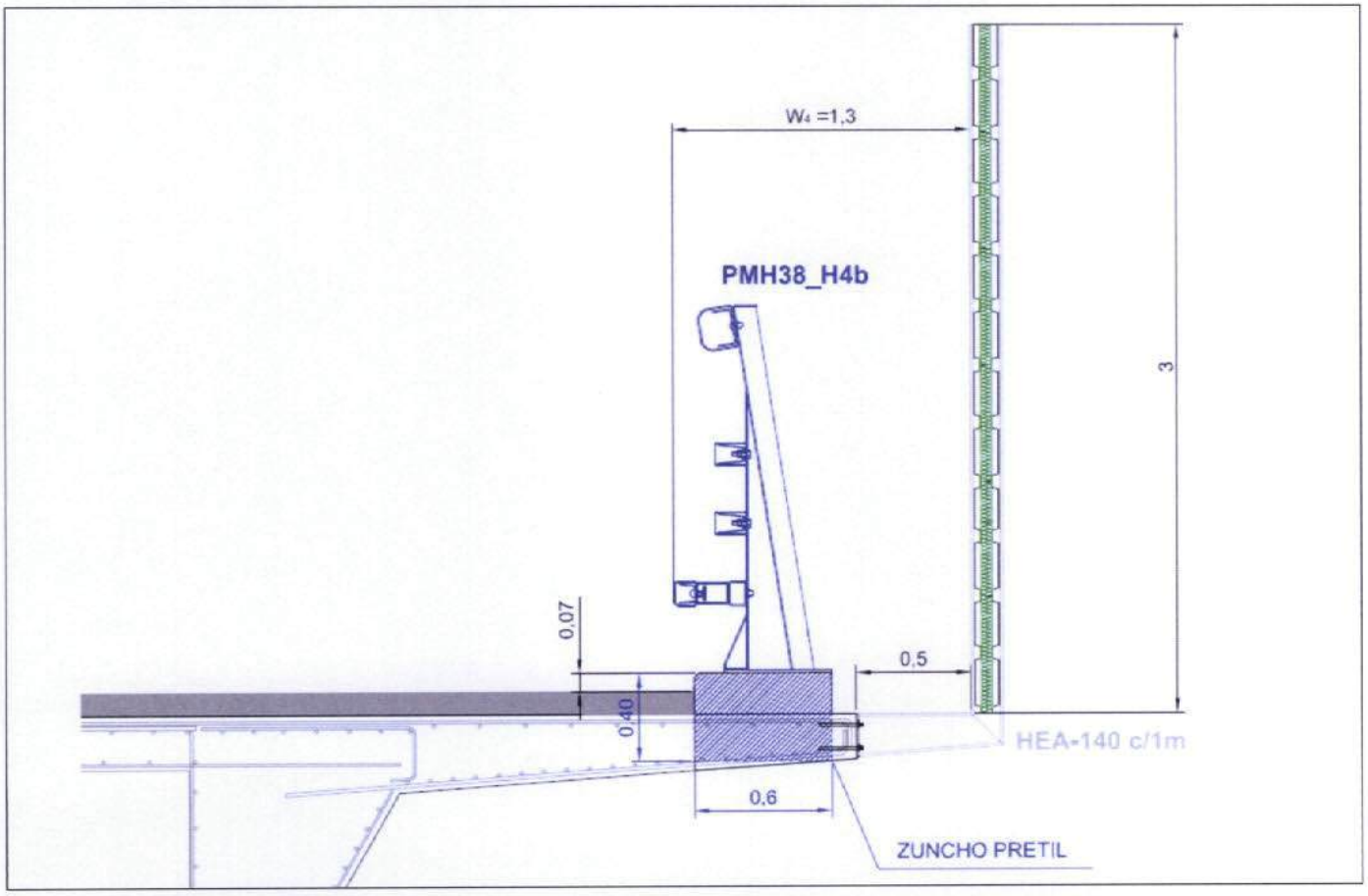
PROMOTOR:

URBANIZADORA MUNICIPAL DEL AYUNTAMIENTO DE MURCIA S.A. (URBAMUSA)

TÍTULO:

PROPUESTA DE DISEÑO DE MEDIDAS ACÚSTICAS CORRECTORAS SOBRE VIADUCTO A-30 PARA PLAN PARCIAL ZM-Br1 (T.M. MURCIA)

Nº DE EXPEDIENTE:	FECHA:
CO-IN-UR/009-15-14	**DICIEMBRE 2016**



DOCUMENTO:

ANEJO DE CÁLCULO

EMPRESA CONSULTORA:

coltec

AUTOR

José Manuel Cano Fernández-Delgado
I.C.C.P. Col. Nº: 31.473

PROPUESTA DE DISEÑO DE MEDIDAS ACÚSTICAS CORRECTORAS SOBRE VIADUCTO A-30 PARA PLAN PARCIAL ZM-Br1 (T.M. MURCIA)

ÍNDICE

1 OBJETO 2
2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES 2
3 CONDICIONANTES GEOMÉTRICOS 4
3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA 4
3.2 TIPO DE PRETIL 5
3.3 ANCHURA DE TRABAJO 6
4 BASES DE CÁLCULO 8
4.1 NORMATIVA 8
4.2 MATERIALES 8
4.3 ACCIONES CONSIDERADAS 9
4.3.1 Sobrecargas de uso 9
4.3.2 Acciones permanentes 10
4.4 COMBINACIÓN DE ACCIONES 11
5 COMPROBACIONES ESTRUCTURALES DE LOS ELEMENTOS DE LAS PANTALLAS 12
5.1 ESQUEMA ESTRUCTURAL 12
5.2 ESFUERZOS RESULTANTES 13
5.2.1 Perfil entre paneles 13
5.2.2 Ménsula de unión 13
5.3 ELEMENTOS METÁLICOS DE SUSTENTACIÓN 14
5.4 ANCLAJES AL TABLERO 15
6 COMPROBACIONES ESTRUCTURALES DEL TABLERO 16
6.1 SITUACIÓN ACTUAL 16
6.2 ESFUERZOS FORMA DE TRABAJO 17
6.3 CARGAS MUERTAS 20
6.3.1 Pavimento 20
6.3.2 Pretil 20
6.3.3 Resultantes estructura de sustentación 21
6.3.4 Esfuerzos flectores 21
6.3.5 Armadura necesaria 22
7 CONCLUSIÓN 23

ANEXO 1: PLANOS

ANEXO 2: CÁLCULO DE ANCLAJES

ANEXO 3: FICHA PMH38 (H4b)

1 OBJETO

El objeto del presente documento es comprobar la viabilidad y detallar el tipo de anclaje de las estructuras necesarias para realizar la instalación de las pantallas acústicas necesarias, según estudio acústico, sobre el viaducto de la Autovía A-30, entre los puntos kilométricos 143+243 a 143+340.

2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES

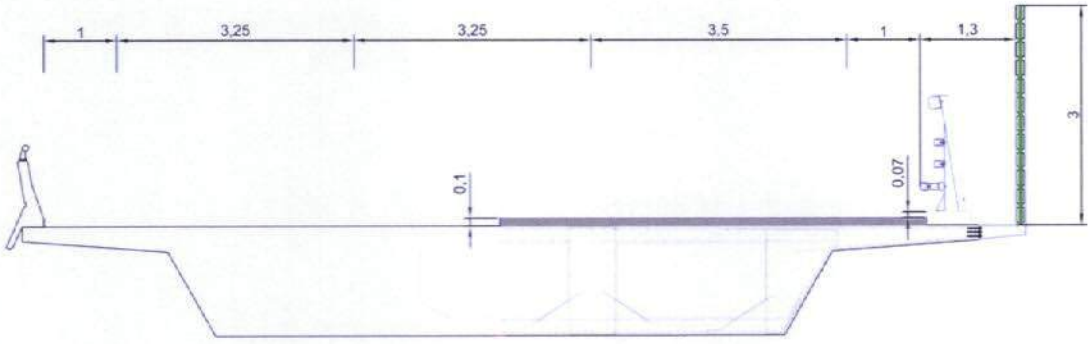


FIGURA 1: NUEVA SECCIÓN PROPUESTA

Las actuaciones definidas en el presente documento consisten en:

- La demolición del pretil tipo pajarita existente en el viaducto.

FIGURA 2: IMPOSTA EXISTENTE

- Hidrodemolición de hormigón estructural existente en el borde del tablero.
- Ejecución del nuevo borde de tablero incluyendo la adición correspondiente al zuncho del nuevo pretil (Y su armado).

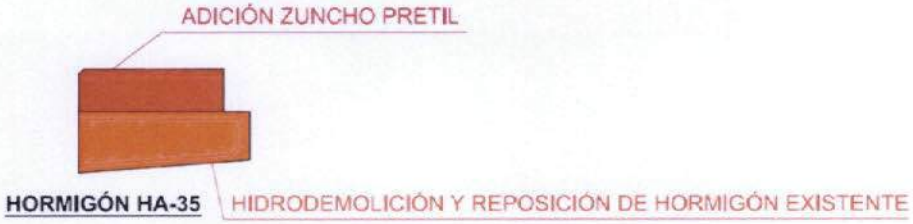


FIGURA 3: ADICIÓN ZUNCHO E HIDRODEMOLICIÓN

- Instalación y anclaje con resina de inyección y varilla roscada de los elementos metálicos de sustentación.

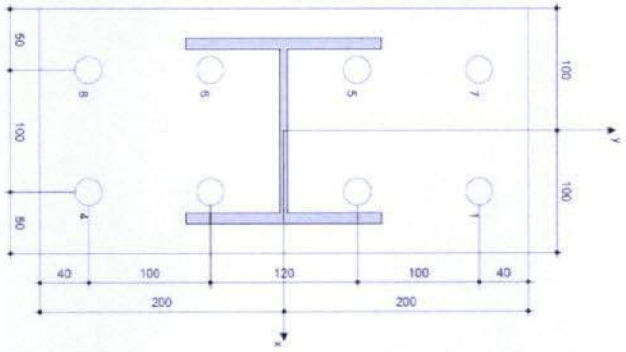


FIGURA 4: REPLANTEO DE ANCLAJES SOBRE PLACA

- Colocación de pantallas acústicas.

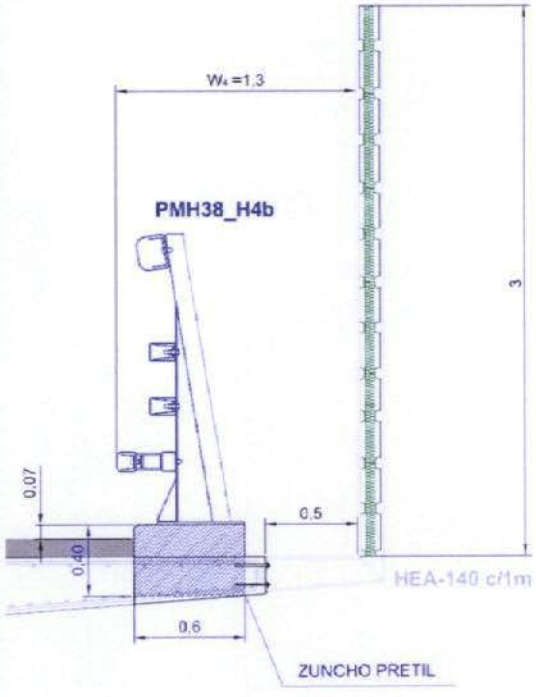


FIGURA 5: DETALLE SECCIÓN

3 CONDICIONANTES GEOMÉTRICOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

Tal y como se puede comprobar el MAPA DE TRÁFICO del año 2015 del Ministerio de Fomento, tenemos que la zona de ubicación de la estructura objeto de las actuaciones contempladas en el presente documento, nos encontramos una IMD mayor de 90.000 vehículos.

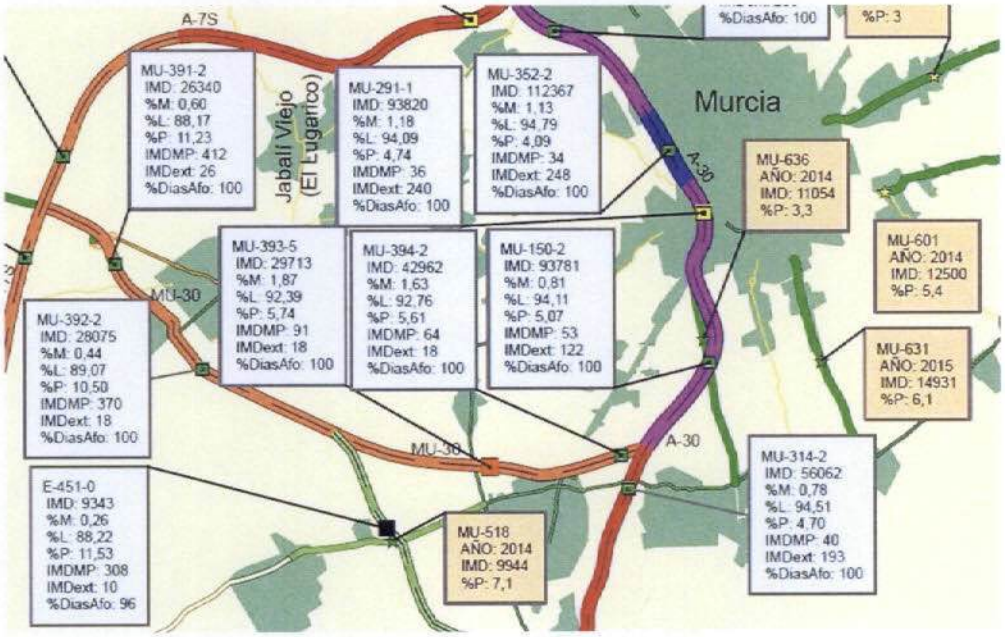


FIGURA 6: MAPA DE TRÁFICO 2015 (MURCIA)

(FUENTE: www.fomento.es)

ESTACIÓN MU-291-1

- IMD: 93.820
- %P: 4,74%
- IMDp: 4.448 (2.224 por sentido)

3.2 TIPO DE PRETIL

Dadas las características de la vía y teniendo en cuenta que:

5000 > IMDp ≥ 2000 → RIESGO DE ACCIDENTE MUY GRAVE

Es preciso optar por el mayor nivel de contención recogido en la ORDEN CIRCULAR 35/2014 SOBRE CRITERIOS DE APLICACIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS, es decir:

H4b → CLASE DE CONTENCIÓN MUY ALTA

TABLA 6. SELECCIÓN DEL NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO PARA SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS, SEGÚN EL RIESGO DE ACCIDENTE.

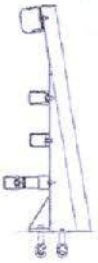
RIESGO DE ACCIDENTE(*)	IMD e IMDp POR SENTIDO	NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO	
		BARRERAS	PRETILES
MUY GRAVE	IMDp ≥ 5000	H3 – H4b	H4b
	5000 > IMDp ≥ 2000	H2 – H3	H4b
	IMDp < 2000	H2	H3
GRAVE	IMD ≥ 10000	H1 – H2	H3
	IMDp ≥ 2000	H2	H3
	400 ≤ IMDp < 2000	H1	H2
	IMDp < 400	N2 – H1	H1 – H2
NORMAL	IMDp ≥ 2000	H1	H1 – H2
	400 ≤ IMDp < 2000	N2 – H1	H1
	IMDp < 400	N2	N2 – H1
	IMDp < 50 y Vp ≤ 80 km/h	N1 – N2	N2

(*) Definición del riesgo de accidente según Apartado 2.2 "Criterios de instalación" del Capítulo 2.

TABLA 2. CLASES Y NIVELES DE CONTENCIÓN PARA SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS (UNE-EN 1317).

CLASE DE CONTENCIÓN	NIVEL DE CONTENCIÓN
Normal	N1
	N2
Alta	H1
	H2
	H3
Muy alta	H4a
	H4b

Para cumplir con dicho nivel de contención, se propone el pretil metálico **PMH-38**, cuyas características (VER ANEXO 3) son:



Clase, nivel de contención:	P, H4b	Anchura de trabajo:	W4	Índice de severidad:	B

3.3 ANCHURA DE TRABAJO

Tal y como queda recogido en la ORDEN CIRCULAR 35/2014 SOBRE CRITERIOS DE APLICACIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULO, la anchura de trabajo para el pretil escogido es:

TABLA 5. CLASES DE ANCHURA DE TRABAJO PARA LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES, SEGÚN UNE-EN 1317.

CLASES DE ANCHURA DE TRABAJO	ANCHURA DE TRABAJO (W), EN METROS
W1	$W \leq 0,6$
W2	$0,6 < W \leq 0,8$
W3	$0,8 < W \leq 1,0$
W4	$1,0 < W \leq 1,3$
W5	$1,3 < W \leq 1,7$
W6	$1,7 < W \leq 2,1$
W7	$2,1 < W \leq 2,5$
W8	$2,5 < W \leq 3,5$

Y d_0 la distancia mínima transversal a un obstáculo:

TABLA 7. DISTANCIA TRANSVERSAL AL OBSTÁCULO (d_o) Y CLASE DE ANCHURA DE TRABAJO (UNE-EN 1317).

DISTANCIA AL OBSTÁCULO, d_o (m)	CLASE DE ANCHURA DE TRABAJO NECESARIA
$d_o \leq 0,6$	W1
$0,6 < d_o \leq 0,8$	W2 a W1
$0,8 < d_o \leq 1,0$	W3 a W1
$1,0 < d_o \leq 1,3$	W4 a W1
$1,3 < d_o \leq 1,7$	W5 a W1
$1,7 < d_o \leq 2,1$	W6 a W1
$2,1 < d_o \leq 2,5$	W7 a W1

Dado todo lo anterior, tenemos que la distancia libre necesaria para no condicionar la anchura de trabajo y deflexión dinámica del pretil será:

$$W_4 \leq 1{,}3 \text{ m}$$

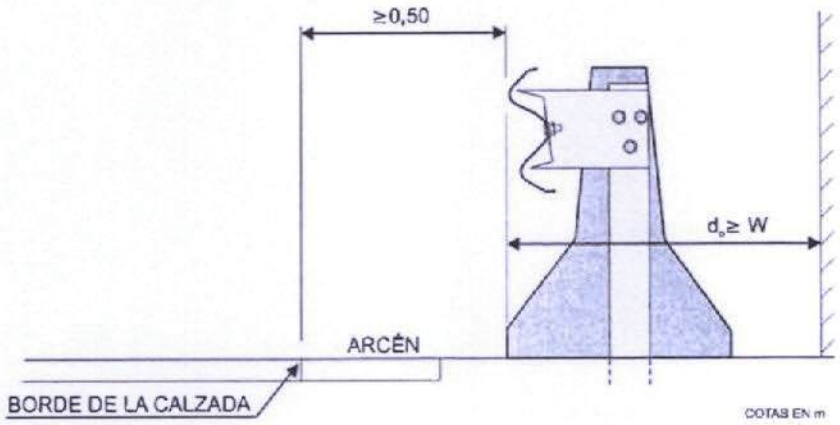


FIGURA 10. **DISTANCIA MÍNIMA ENTRE UN SISTEMA DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS Y UN OBSTÁCULO (d_o).**

4 BASES DE CÁLCULO

4.1 NORMATIVA

Se han seguido las especificaciones de la siguiente normativa:

- EHE-08
- EAE
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
- ORDEN CIRCULAR 23/2008 SOBRE CRITERIOS DE APLICACIÓN DE PRETILES METÁLICOS EN CARRETERA
- ORDEN CIRCULAR 35/2014 SOBRE CRITERIOS DE APLICACIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

4.2 MATERIALES

- ACERO ESTRUCTURA: S275
- HORMIGÓN ESTRUCTURAL: HA-35
- ACERO ARMADURAS B-500-SD

4.3 ACCIONES CONSIDERADAS

4.3.1 Sobrecargas de uso

Para la carga de viento, tenemos que:

FIGURA 7: PARÁMETROS CARGA DE VIENTO (www.areadecalculo.com)

Densidad el aire = 1,25 kg/m^3

Presión dinámica básica qb = 0,46 kN/m^2

Coeficiente eólico = 1,60

Carga de viento Qe = 1,35 kN/m^2

Teniendo en cuenta que colocamos un HEA-140 cada 1 m, tenemos que la carga repartida sobre cada perfil será:

$$\mathbf{Q_v = 3\ m \times 1{,}35\ kN/m^2 = 4{,}05\ kN/m}$$

4.3.2 *Acciones permanentes*

Consideremos como acciones permanentes los pesos de la pantalla y los perfiles metálicos que la sustentan.

i. Peso de las pantallas 20 kg/m^2

Teniendo en cuenta que colocamos un HEA-140 cada 1 m, tenemos que la carga puntual sobre cada perfil será:

$$\mathbf{P_1 = 3\ m \times 1\ m \times 20\ kg/m^2 = 60\ kg = 0{,}60\ kN}$$

ii. Peso propio perfil HEA-140 = 24,70 kg/m

Teniendo en cuenta que los perfiles miden 3 m, tenemos:

$$\mathbf{P_2 = 3\ m \times 24{,}0\ kg/m = 74{,}1\ kg = 0{,}741\ kN}$$

iii. Peso propio perfil HEA-180 = 35,50 kg/m

$$\mathbf{Q_p = 35{,}50\ kg/m = 0{,}355\ KN/m}$$

4.4 COMBINACIÓN DE ACCIONES

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

iv. Situaciones persistentes o transitorias

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

Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$y_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$y_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

5 COMPROBACIONES ESTRUCTURALES DE LOS ELEMENTOS DE LAS PANTALLAS

5.1 ESQUEMA ESTRUCTURAL

Para la comprobación estructural se realiza la siguiente simplificación y división de la estructura en estados:

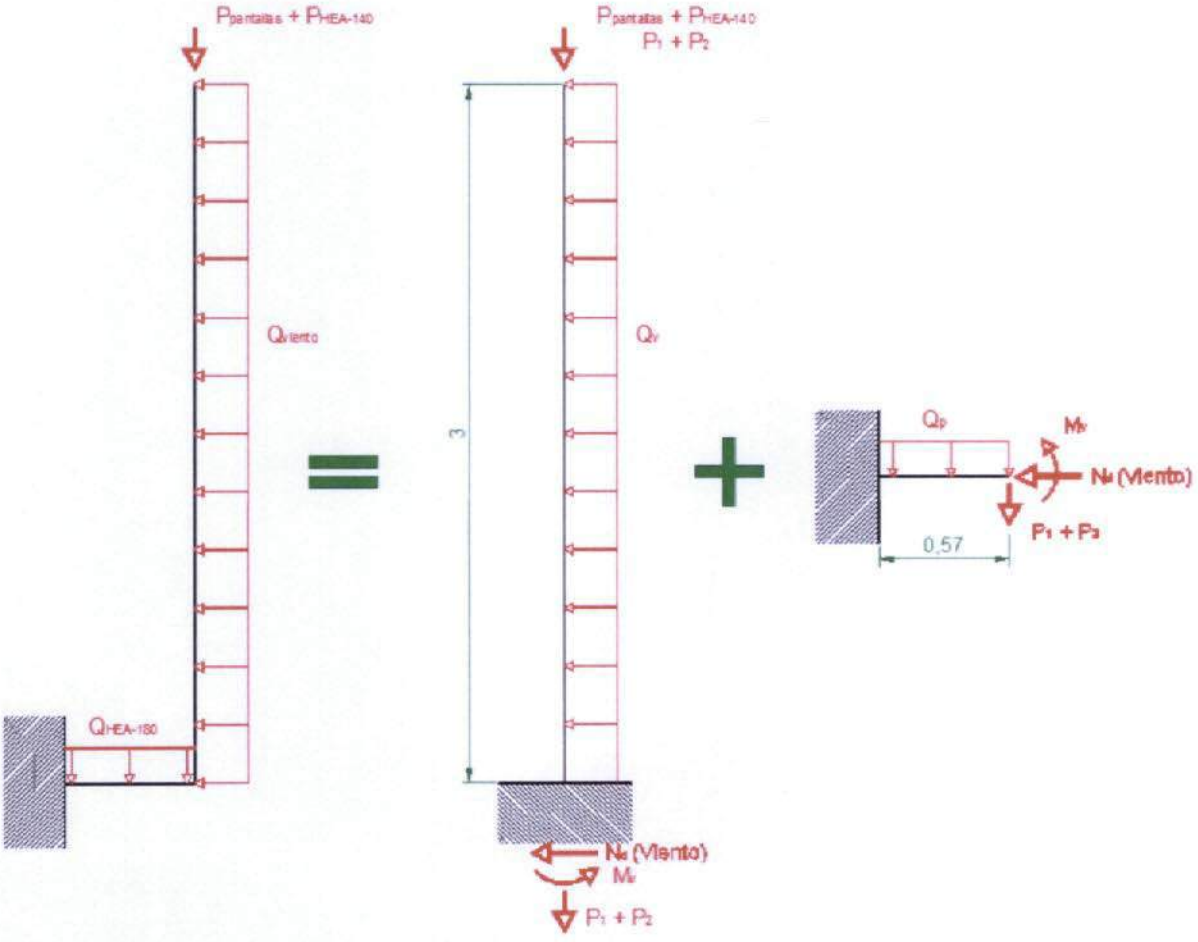
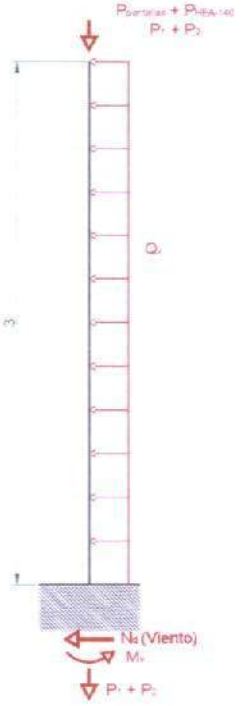


FIGURA 8: ESQUEMA ESTRUCTURAL ADOPTADO

5.2 ESFUERZOS RESULTANTES



5.2.1 *Perfil entre paneles*

Momento máximo producido por el viento sin mayorar.

$$M_V = -q \cdot \frac{l^2}{2} = -4{,}05\ {}^{kN}/_{m} \cdot \frac{9\ m^2}{2} = -18{,}23\ m \cdot kN$$

Momento máximo mayorado.

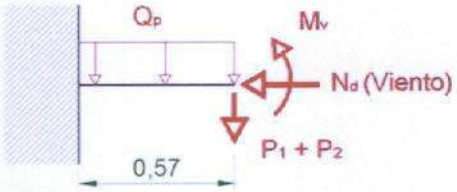
$$M_{V'} = -1{,}5 \cdot q \cdot \frac{l^2}{2} = -27{,}33\ m \cdot kN$$

La resultante horizontal mayorada de la carga de viento será:

$$N_{d'} = 1{,}5 \cdot \left(3m \cdot 1\ m \cdot 4{,}05\ {}^{kN}/_{m^3}\right) = 18{,}23\ kN$$

5.2.2 *Ménsula de unión*

El momento máximo (en le empotramiento) será la suma del momento transmitido más el momento producido por las cargas puntuales.



El momento de las cargas puntuales sin mayorar será:

$$M_P = (P_1 + P_2) \cdot l = 1{,}341\ kN \cdot 0{,}57 = 0{,}76\ m \cdot kN$$

El momento de las cargas puntuales mayorado será:

$$M_{P'} = 1{,}35 \cdot (P_1 + P_2) \cdot l = -1{,}03\ m \cdot kN$$

La suma de momentos mayorados en el empotramiento de la ménsula será:

$$M_{P'} + M_{V'} = -1{,}03 - 27{,}34 = -28{,}37\ m \cdot kN$$

La reacción mayorada en el empotramiento será:

$$R_E = 1{,}35 \cdot (P_1 + P_2) + 1{,}35 \cdot Q_P \cdot 0{,}57 = 1{,}35 \cdot 1{,}341\ kN + 1{,}35 \cdot 0{,}355 \cdot 0{,}57\ kN$$
$$= 2{,}08\ kN$$

5.3 ELEMENTOS METÁLICOS DE SUSTENTACIÓN

Para la comprobación de los elementos metálicos, vamos a comprobar el momento último elástico de cada perfil con los esfuerzos resultantes mayorados.

HE A	Peso	DIMENSIONES					Sección	Momento de Inercia		Modulo Resistente		Radio de Giro	
		h	b	t	e	R1		Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	Kg/m	mm					cm^2	cm^4		cm^3		cm	
HEA100	16,7	96	100	5,0	8,0	12	21,2	349,2	133,8	72,8	26,76	4,06	2,51
HEA120	19,9	114	120	5,0	8,0	12	25,3	606,2	230,9	106,3	38,48	4,89	3,02
HEA140	24,7	133	140	5,5	8,5	12	31,4	1033	389,3	155,4	55,62	5,73	3,52
HEA160	30,4	152	160	6,0	9,0	15	38,8	1673	615,6	220,1	76,95	6,57	3,98
HEA180	35,5	171	180	6,0	9,5	15	45,3	2510	924,6	294	102,7	7,45	4,52
HEA200	42,3	190	200	6,5	10,0	18	53,8	3.692	1336	389	133,6	8,28	4,98
HEA220	50,5	210	220	7,0	11,0	18	64,3	5.410	1955	515	177,7	9,17	5,51
HEA240	60,3	230	240	7,5	12,0	21	76,8	7.763	2769	675	230,7	10,05	6,00
HEA260	68,2	250	260	7,5	12,5	24	86,8	10.450	3668	836	282,1	10,97	6,50
HEA280	76,4	270	280	8,0	13,0	24	97,3	13.670	4763	1013	340,2	11,86	7,00
HEA300	88,3	290	300	8,5	14,0	27	112,5	18.260	6310	1260	420,6	12,74	7,49
HEA320	97,6	310	300	9,0	15,5	27	124,4	22.930	6985	1479	465,7	13,58	7,49
HEA340	105	330	300	9,5	16,5	27	133,5	27.690	7.436	1678	495,7	14,40	7,46
HEA360	112	350	300	10,0	17,5	27	142,8	33.090	7.887	1.891	525,8	15,22	7,43
HEA400	125	390	300	11,0	19,0	27	159,0	45.070	8.564	2.311	570,9	16,84	7,34
HEA450	140	440	300	11,5	21,0	27	178,0	63.720	9.465	2.896	631	18,92	7,29
HEA500	155	490	300	12,0	23,0	27	197,5	86.970	10.370	3.550	691	20,98	7,24
HEA550	166	540	300	12,5	24,0	27	211,8	111.900	10.820	4.146	721	22,99	7,15
HEA600	178	590	300	13,0	25,0	27	226,5	141.200	11.270	4.787	751	24,97	7,05

Para HEA-140, tenemos:

$$M_{u,elástico} = W_{el,x} \cdot \frac{275 \cdot 10^3 \ kN/m^2}{1{,}05} = 0{,}0001554\ m^3 \cdot \frac{275 \cdot 10^3 \ kN/m^2}{1{,}05} = 40{,}70\ m \cdot kN$$

Para HEA-180, tenemos:

$$M_{u,elástico} = W_{el,x} \cdot \frac{275 \cdot 10^3 \ kN/m^2}{1{,}05} = 0{,}000294\ m^3 \cdot \frac{275 \cdot 10^3 \ kN/m^2}{1{,}05} = 76{,}99\ m \cdot kN$$

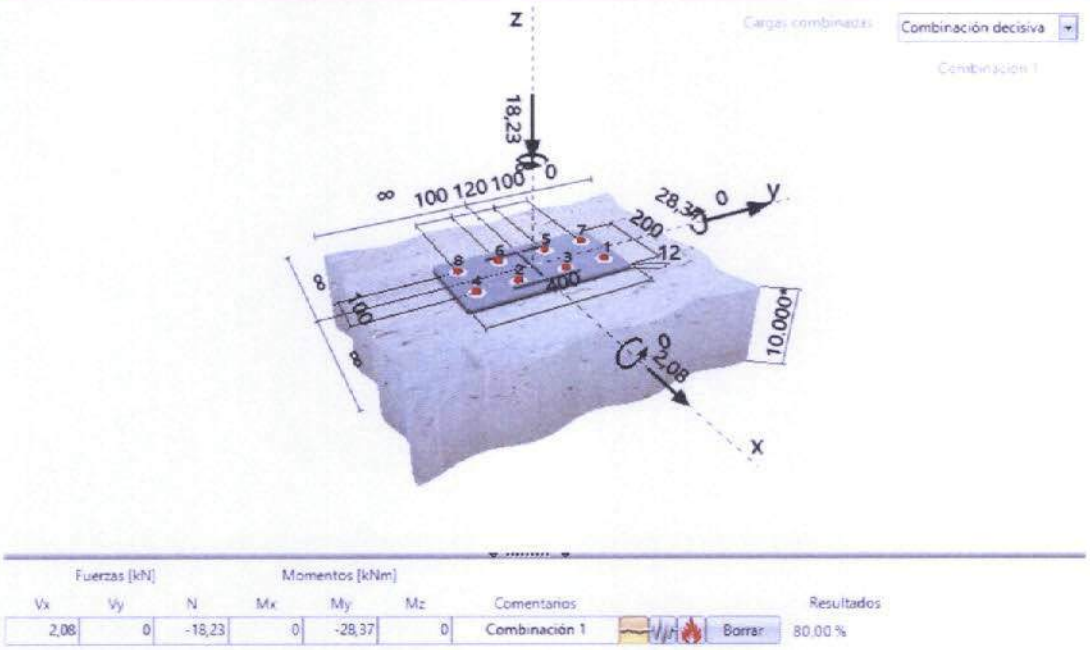
PERFIL	$M_{u,elástico}$	$M_{mayorado}$	$Coef_{seguridad}$
HEA-140	40,70 m · kN	27,33 m · kN	≈1,50
HEA-180	76,99 m · kN	28,37 m · kN	2,71

Se puede concluir que los elementos metálicos cumplen con las solicitaciones correspondientes a los esfuerzos mayorados.

5.4 ANCLAJES AL TABLERO

Para el diseño y comprobación de los anclajes de unión con el tablero del viaducto, se ha empleado el SOFTWARE:

Hilti PROFIS ANCHOR 2.7.1.



Fuerzas [kN]			Momentos [kNm]					
Vx	Vy	N	Mx	My	Mz	Comentarios		Resultados
2,08	0	-18,23	0	-28,37	0	Combinación 1	Borrar	80,00 %

FIGURA 9: COMPROBACIÓN DE ANCLAJES

Para el dimensionamiento de estructural de los anclajes se han tomado los esfuerzos resultantes mayorados en el empotramiento, esto es:

$M_y = 28{,}37\ m \cdot kN$
$V_x = 2{,}08\ kN$
$N_d = -18{,}23\ kN$

*Como datos de entrada del software, se ha optado por los esfuerzos mayorados obtenidos; **Hilti PROFIS ANCHOR** realiza una segunda mayoración de los mismos, para mayor seguridad*

Se han optado por anclajes **HIT-HY 200** de **resina de inyección** con **HIT-V varilla roscada**; con una longitud de anclaje de 300 mm.

Dados los esfuerzos anteriormente calculados se puede concluir que configuración de placa de anclaje con sus elementos, según la geometría arriba propuesta, cumple estructuralmente los criterios de diseño (VER ANEXO Nº2).

6 COMPROBACIONES ESTRUCTURALES DEL TABLERO

Una vez realizadas las comprobaciones estructurales de los elementos que sustentan las pantallas, es necesario comprobar si dichos elementos y el nuevo pretil a instalar afectaría al correcto comportamiento estructural del tablero existente.

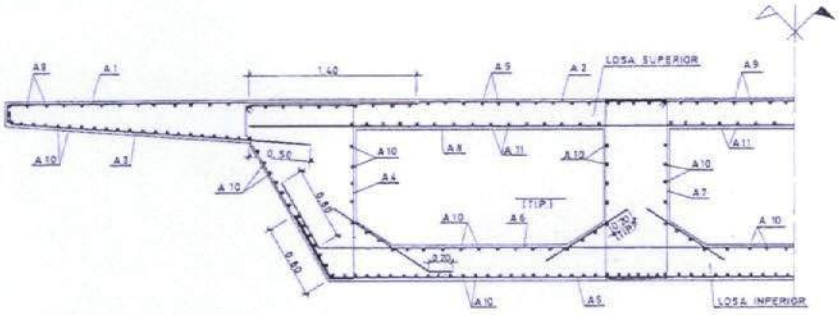
Para comprobar dicha posible afectación se hacen necesarias dos comprobaciones diferentes:

i. Una primera comprobación referida a los modos de trabajo del pretil metálico en caso de impacto de un vehículo (referida a la armadura superior del tablero que es la zona de posibles tracciones en caso de impacto).

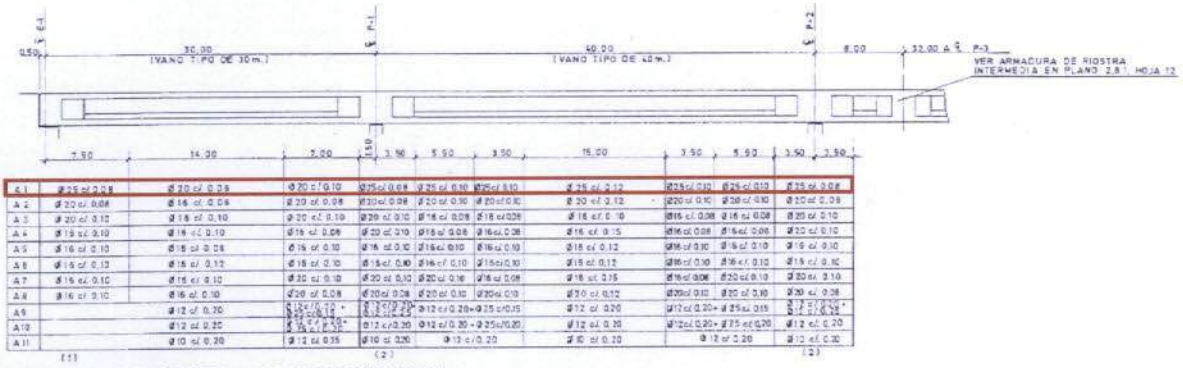
ii. Y una segunda comprobación derivada de los esfuerzos producidos por el peso (cargas muertas) de los nuevos elementos a instalar (Pretil, pantallas, etc)

6.1 SITUACIÓN ACTUAL

Tenemos que el armado actual en el viaducto objeto, sería:



ARMADURA DEL DINTEL.- SECCION TIPO
ESCALA 1:20



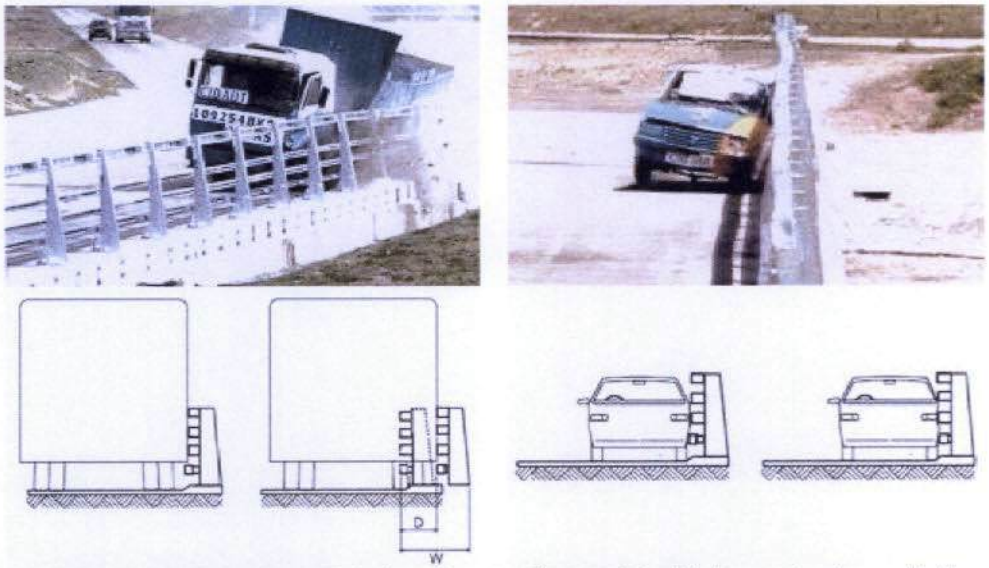
ARMADURA DEL DINTEL - ALZADO ESQUEMATICO
ESCALAS H = 1:200 V = 1:100

(1) VER ARMADO DE RIOSTRA SOBRE ESTRIBOS EN PLANO 2.8.1. HOJA 12
(2) " " " " " PILAS EN PLANO 2.8.1. HOJA 12

FIGURA 10: ARMADO EXISTENTE

6.2 ESFUERZOS FORMA DE TRABAJO

Dado el comportamiento del pretil ante un impacto que se describe a continuación:



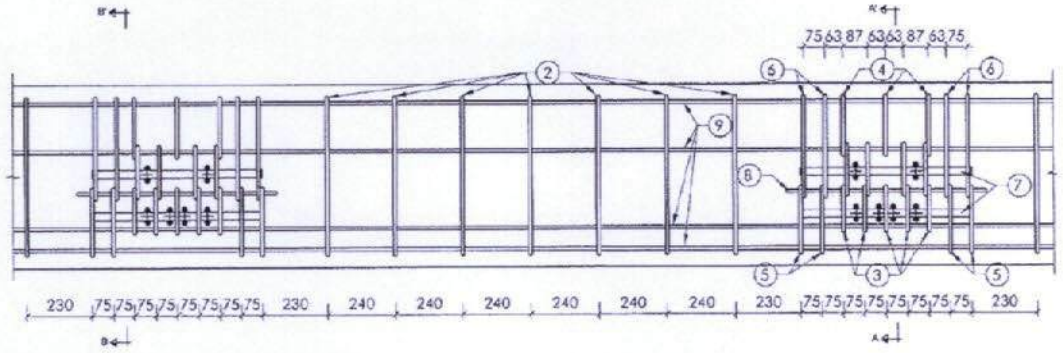
El anclaje fusible permite el corte del mismo durante el impacto del vehículo pesado, sin que el tablero ni el poste del pretil sufran daños relevantes. El disipador de energía tubular de la baranda inferior provee al sistema de la capacidad de reconducción y de deformación que posibilita una severidad aceptable para el vehículo ligero, el cual es incapaz de arrancar el anclaje fusible

FIGURA 11: COMPORTAMIENTO PRETIL PMH-38

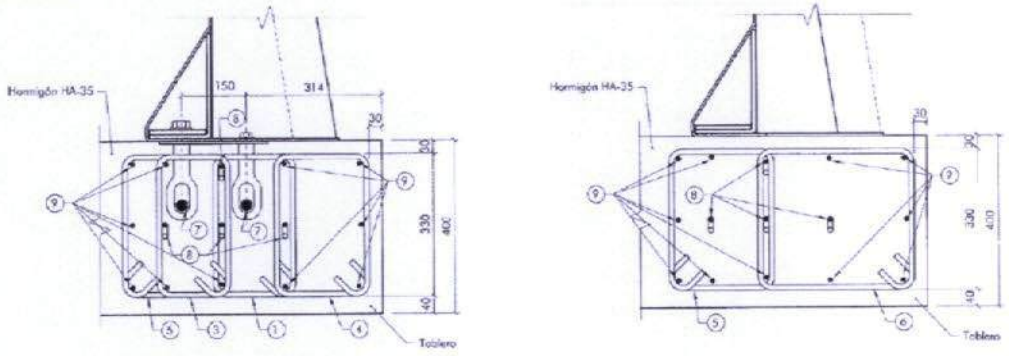
(FUENTE: www.hiasa.com)

Y teniendo en cuenta que el armado mínimo de zuncho prescrito por la ORDEN CIRCULAR 23/2008 SOBRE CRITERIOS DE APLICACIÓN DE PRETILES METÁLICOS EN CARRETERA, está diseñado para resistir los esfuerzos derivados de la forma de trabajo podemos concluir que si la cuantía de armado transversal superior del tablero es superior a la del zuncho, no existirá ningún tipo de afectación estructural.

La disposición de armado en el zuncho es:



DETALLE DE ARMADURA EN ANCLAJES.
PLANTA
ESCALA 1:20



DETALLE DE ARMADURA EN ANCLAJE.
SECCIÓN A-A'

DETALLE ARMADURA EN ANCLAJE.
SECCIÓN B-B'

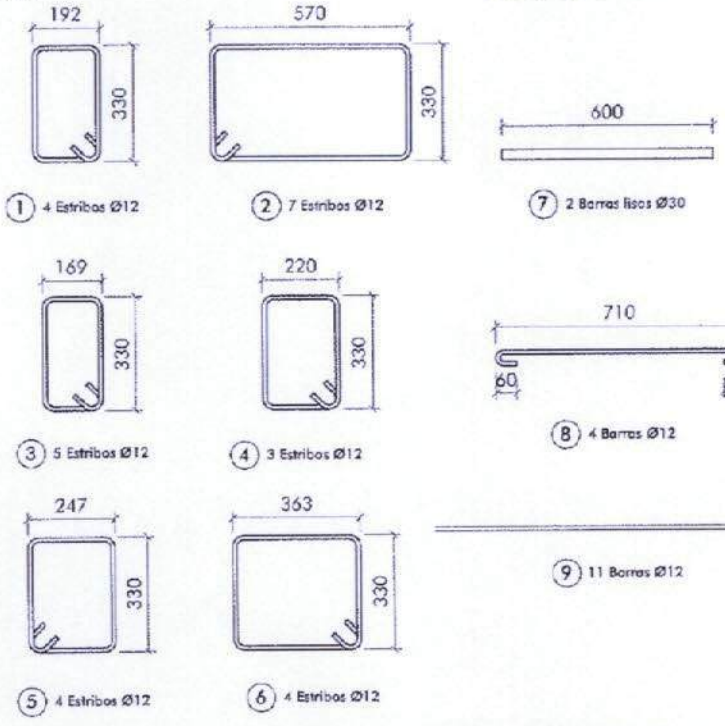


FIGURA 12: ARMADO ZUNCHO PMH-38

(O.C. 23/2008 SOBRE CRITERIOS DE APLICACIÓN DE PRETILES METÁLICOS EN CARRETERA)

Respecto a la armadura transversal superior, tenemos que la mayor cuantía en el zuncho es:

ϕ12 c/ 6.3 cm

En 60 cm (con 3 cm de recubrimiento) $\rightarrow$ 9 ϕ12 $\rightarrow$ A_s = 10,18 cm^2

Y la menor cuantía del tablero:

ϕ20 c/ 10 cm

En 60 cm (con 5 cm de recubrimiento) $\rightarrow$ 6 ϕ20 $\rightarrow$ A_s = 18,84 cm^2

Como se puede observar, aún en el caso más desfavorable tenemos bastante más cuantía en el tablero que en el zuncho propuesto por la orden circular.

6.3 CARGAS MUERTAS

Se va a comprobar que la armadura necesaria para resistir la flexión máxima (en el empotramiento) producida por la suma de las resultantes (momento y carga puntual) de esfuerzos de la estructura de sustentación de las pantallas más el peso de pretil (con la adición de zuncho) y la carga producida por el peso del pavimento es menor que la armadura existente en el tablero.

Se va a efectuar el cálculo para una sección de 1 m de tablero; considerando, dada la diferencia de rigidez, que el ala del tablero puede considerarse a efectos de cálculo como un empotramiento de 2 m de longitud.

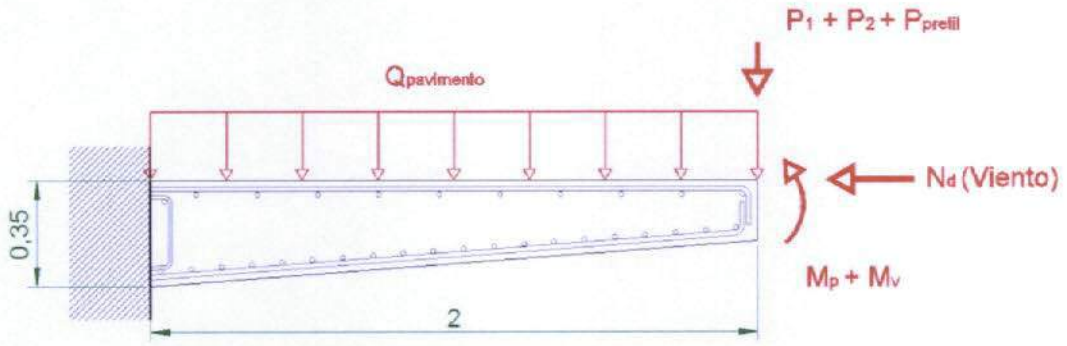


FIGURA 13: ESQUEMA ESTRUCTURAL COMPROBACIÓN CARGAS MUERTAS

6.3.1 Pavimento

La carga repartida producida por el peso del pavimento mayorada será:

$$Q_{pav'} = 1{,}35 \cdot 23\ {}^{kN}/_{m^3} \cdot 1\ m\ \cdot 0{,}1\ m = 3{,}1\ {}^{kN}/_{m}$$

6.3.2 Pretil

El peso del pretil (110 kg/m) incluyendo la adición de hormigón necesaria para el zuncho mayorada será:

$$P_{p'} = 1{,}35 \cdot \left(\left(1\ m \cdot 0{,}07\ m \cdot 0{,}60\ m \cdot 25\ {}^{kN}/_{m^3}\right) + 1\ m \cdot 1{,}1\ {}^{kN}/_{m}\right) = 2{,}15\ kN$$

6.3.3 Resultantes estructura de sustentación

La suma de momentos mayorados en el empotramiento (tal y como hemos calculado anteriormente) de la ménsula será:

$$M_{P^I} + M_{V^I} = -1{,}03 - 27{,}34 = -28{,}37\ m \cdot kN$$

La resultante horizontal mayorada de la carga de viento será:

$$N_{d^I} = 1{,}5 \cdot \left(3m \cdot 1\ m \cdot 4{,}05\ {}^{kN}/_{m^3}\right) = 18{,}23\ kN$$

La reacción vertical mayorada en el empotramiento será:

$$R_E = 1{,}35 \cdot (P_1 + P_2) + 1{,}35 \cdot Q_P \cdot 0{,}57 = 1{,}35 \cdot 1{,}341\ kN + 1{,}35 \cdot 0{,}355 \cdot 0{,}57\ kN = 2{,}08\ kN$$

6.3.4 Esfuerzos flectores

La suma de momentos flectores en el empotramiento del ala serán:

$$M_f = -\left(P_{1^I} + P_{2^I} + P_{p^I}\right) \cdot l - Q_{pav^I} \cdot \frac{l^2}{2} - \left(M_{P^I} + M_{V^I}\right)$$

$$M_f = -\left(2{,}08 + P_{p^I}\right) \cdot 2 - 3{,}1 \cdot 2 - (28{,}37) = -43{,}03\ m \cdot kN$$

6.3.5 Armadura necesaria

FIGURA 14: ESQUEMA ESTRUCTURAL COMPROBACIÓN CARGAS MUERTAS (www.areadecalculo.com)

Y dado que tenemos que la menor cuantía del tablero es:

ϕ20 c/ 10 cm

En 100 cm (5 cm de recubrimiento) $\rightarrow$ 10 ϕ20 $\rightarrow$ $A_s = 31{,}4\ cm^2 << A_s$ de cálculo

Se comprueba así que las cargas muertas no van a producir ningún tipo de problema a la estructura.

7 CONCLUSIÓN

El Ingeniero que suscribe, considerando suficientemente justificados y definidos los cálculos del presente Anejo, tiene el honor de elevarlo a la Superioridad para su aprobación, si procede.

Murcia, Diciembre de 2016

El I.C.C.P. (Col. Nº 31.473) autor del anejo:

José Manuel Cano Fernández-Delgado

ANEXO Nº1 PLANOS

PLAN PARCIAL
ZM-Br1

MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE VIADUCTO

A-30 Autovía de Murcia

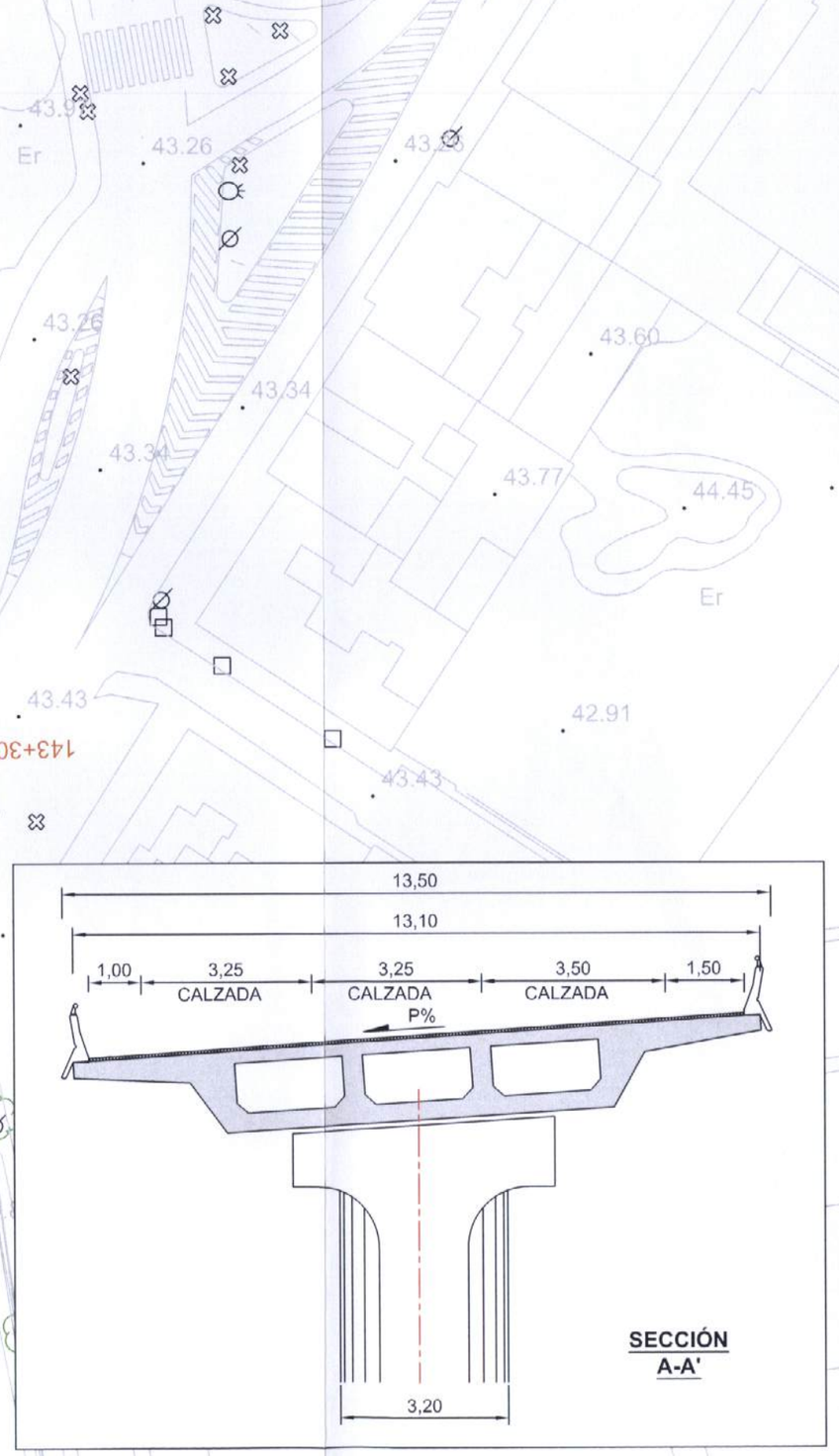
A-30 Autovía de Murcia

A

A'

143+300

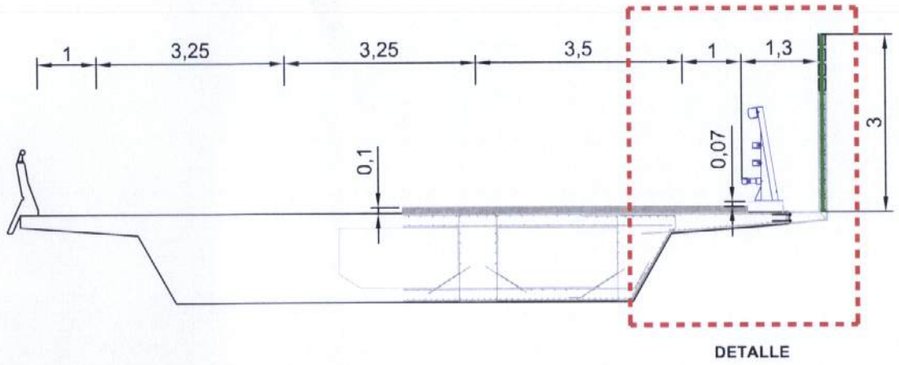
Calle Gilandario



SECCIÓN A-A'

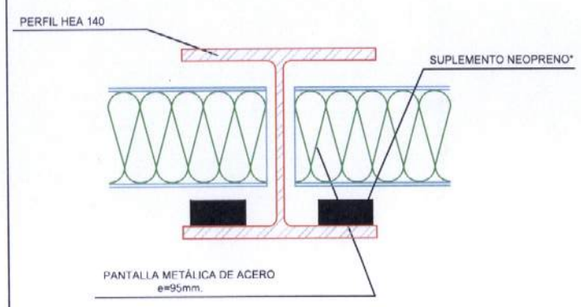
PROMOTOR: URBAMUSA	CONSULTOR: coltec	TÍTULO DEL TRABAJO: PROPUESTA DE DISEÑO DE MEDIDAS ACÚSTICAS CORRECTORAS SOBRE VIADUCTO A-30 PARA PLAN PARCIAL ZM-Br1 (T.M. MURCIA)	AUTOR DEL TRABAJO: José Manuel Cano Fernández-Delgado, Ingeniero de Caminos Canales y Puertos Col Nº 31.473	DESIGNACIÓN DEL PLANO: SITUACIÓN ACTUAL	ESCALA: 1:500 / FECHA REDACCIÓN: DIC 2016	Hoja 1 de 1 / EXPEDIENTE: CO-IN-UR/009-15-4	Nº PLANO: 1

SECCIÓN PROPUESTA (ESCALA 1:100)

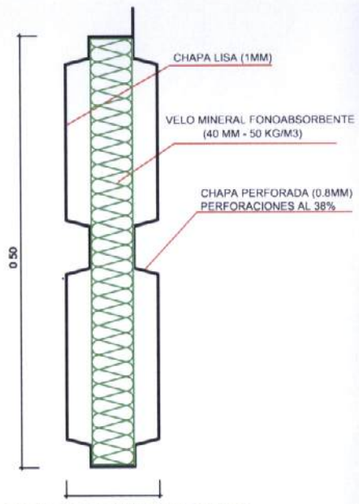


DETALLES PANTALLAS (SEG. COTAS)

DETALLE PANEL

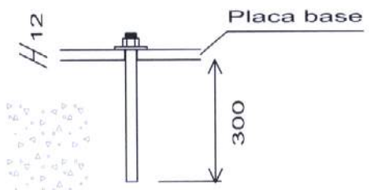


SECCIÓN POSTE DE UNIÓN HEA-140



PANTALLA METALICA DE ACERO
e=95mm.

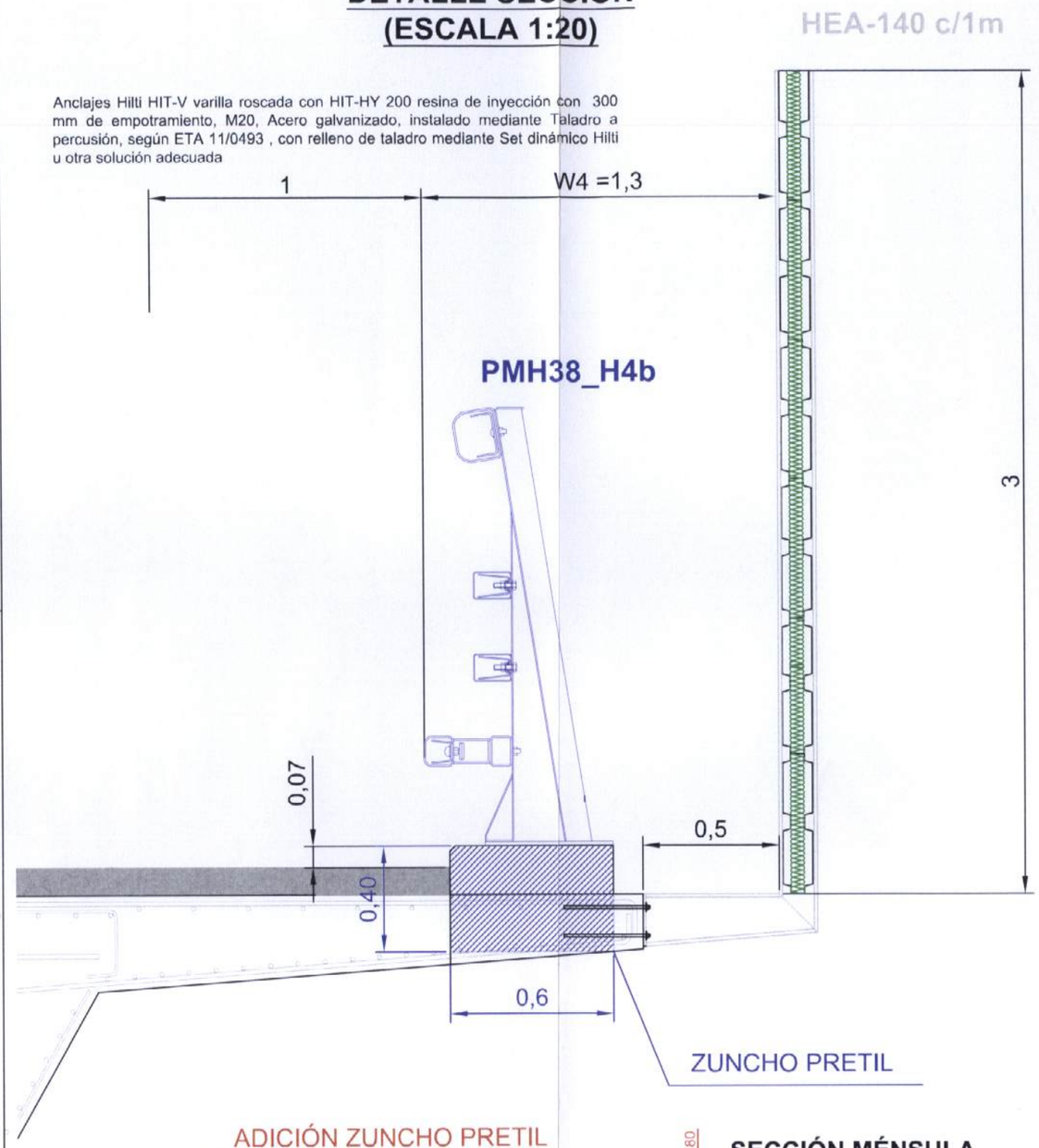
DETALLE ANCLAJE PERNO



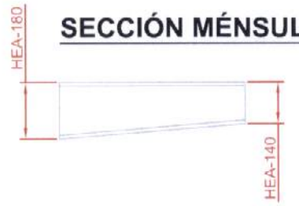
HIT-HY 200-A + HIT-V (5.8) M20

DETALLE SECCIÓN (ESCALA 1:20)

Anclajes Hilti HIT-V varilla roscada con HIT-HY 200 resina de inyección con 300 mm de empotramiento, M20, Acero galvanizado, instalado mediante Taladro a percusión, según ETA 11/0493 , con relleno de taladro mediante Set dinámico Hilti u otra solución adecuada



SECCIÓN MÉNSULA



PROMOTOR: URBAMUSA	CONSULTOR: coltec	TÍTULO DEL TRABAJO: PROPUESTA DE DISEÑO DE MEDIDAS ACÚSTICAS CORRECTORAS SOBRE VIADUCTO A-30 PARA PLAN PARCIAL ZM-Br1 (T.M. MURCIA)	AUTOR DEL TRABAJO: José Manuel Cano Fernández-Delgado, Ingeniero de Caminos Canales y Puertos Col Nº 31.473	DESIGNACIÓN DEL PLANO: SECCIÓN PROPUESTA Y DETALLES	ESCALA: S/E; FECHA REDACCIÓN: DIC 2016	Hoja 1 de 1; EXPEDIENTE: CO-IN-UR/009-15-4	Nº PLANO: 2

ANEXO Nº2 CÁLCULO DE ANCLAJES

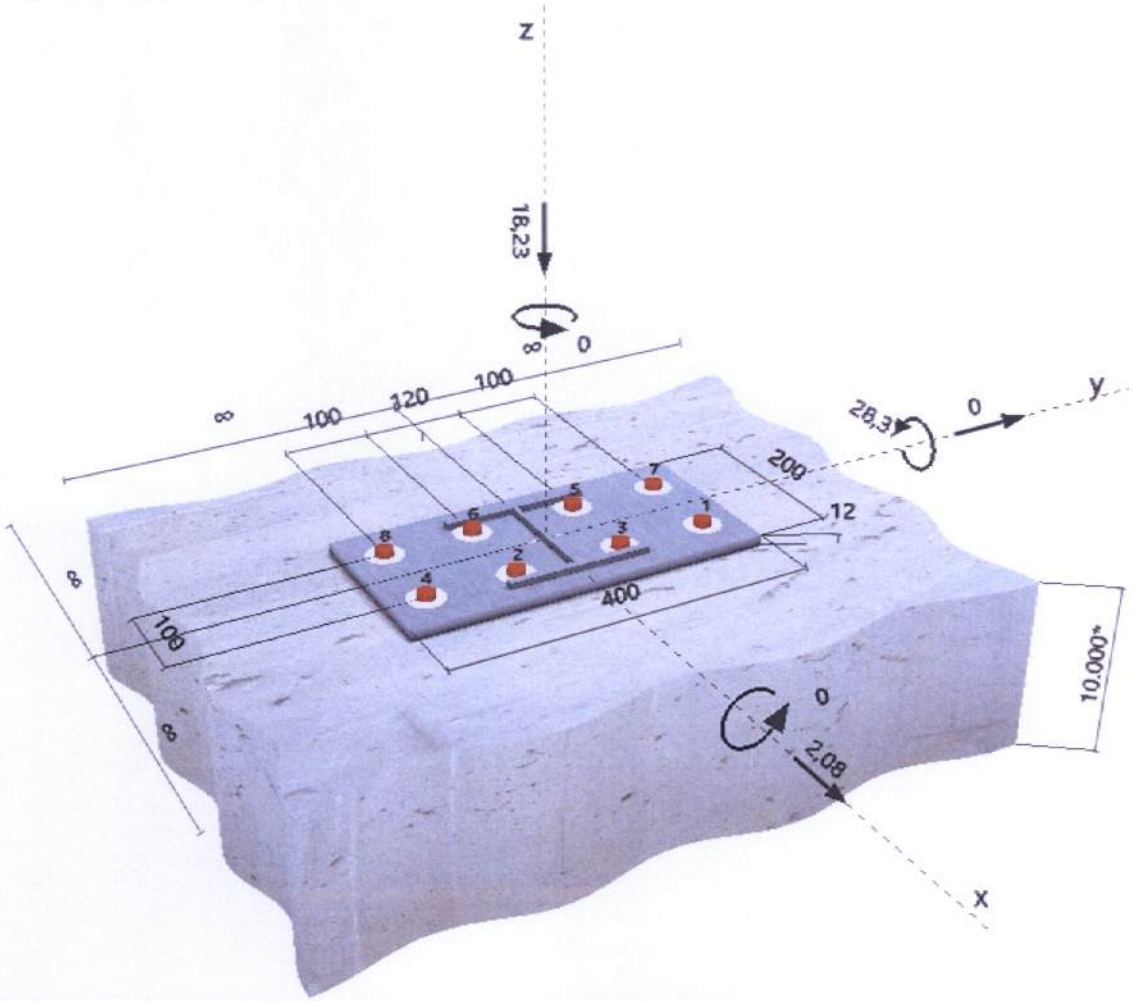
Empresa:		Página:	1
Proyectista:		Proyecto:	ACLAJES PANTALLAS
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	VIADUCTO
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	02/12/2016
E-mail:			

Comentarios del proyectista :

1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	**HIT-HY 200-A + HIT-V (5.8) M20**
Set dinámico/para llenar, o cualquier solución adecuada para rellenar un espacio anular	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef,act}$ = 300 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Material:	5.8
Homologación N°.:	ETA 11/0493
Establecidos I Válidos:	15/04/2015 | 15/04/2020
Prueba:	Criterio ingenieril SOFA BOND - después de ensayos según ETAG BOND
Fijación a distancia:	e_b = 0 mm (enrasado); t = 12 mm
Placa de anclaje:	l_x x l_y x t = 200 mm x 400 mm x 12 mm; (Espesor de placa recomendado: no calculado
Perfil:	IPBl/HEA; (L x W x T x FT) = 152 mm x 160 mm x 6 mm x 9 mm
Material Base:	no fisurado hormigón, C25/30, f_c = 30,00 N/mm²; h = 10000 mm, Temp. corto/largo: 0/0 °C
Instalación:	**taladro hecho con martillo, Condición de instalación: seco**
Armadura:	sin armadura
	sin armadura de borde longitudinal

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]

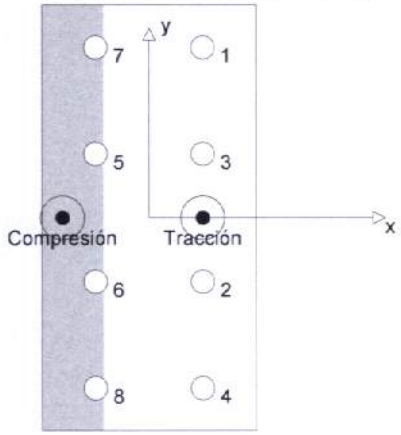


¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

2 Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga: Cargas de diseño



Reacciones en el anclaje [kN]
Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Carga a cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	51,379	0,260	0,260	0,000
2	51,379	0,260	0,260	0,000
3	51,379	0,260	0,260	0,000
4	51,379	0,260	0,260	0,000
5	0,000	0,260	0,260	0,000
6	0,000	0,260	0,260	0,000
7	0,000	0,260	0,260	0,000
8	0,000	0,260	0,260	0,000

Máxima extensión del hormigón a compresión: 0,65 [‰]
Máxima tensión del hormigón a compresión: 19,49 [N/mm²]
Tracción resultante en (x/y)=(50/0): 205,518 [kN]
Compresión resultante en (x/y)=(-81/0): 223,748 [kN]

3 Carga a tracción (EOTA TR 029, Sección 5.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Resultado
Fallo por Acero*	51,379	82,000	63	OK
Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón**	205,518	349,950	59	OK
Rotura por cono de hormigón**	205,518	259,771	80	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

3.1 Fallo por Acero

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
123,000	1,500	82,000	51,379

3.2 Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
582297	384000	18,00	620	310	∞
Ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm²]	k	$\Psi^0_{g,Np}$	$\Psi_{g,Np}$	
1,020	18,36	3,200	1,000	1,000	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\Psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\Psi_{ec2,Np}$	$\Psi_{s,Np}$	$\Psi_{re,Np}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
346,165	524,924	1,500	349,950	205,518	

3.3 Rotura por cono de hormigón

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
1098000	810000	450	900		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
10,100	287,451	1,500	259,771	205,518	

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

4 Cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.3)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_V [%]	Resultado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	0,260	48,800	1	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	2,080	577,268	1	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección **	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
61,000	1,250	48,800	0,260

4.2 Fallo por desconchamiento (cono de hormigón)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
1220000	810000	450	900	2,000	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
287,451	1,500	577,268	2,080		

5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.4)

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0,791	0,005	1,000	67	OK

$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1$

6 Desplazamientos (anclaje más solicitado)

Cargas de corto plazo:

N_{Sk} = 38,059 [kN] $\quad \delta_N$ = 0,121 [mm]

V_{Sk} = 0,193 [kN] $\quad \delta_V$ = 0,008 [mm]

δ_{NV} = 0,121 [mm]

Carga de largo plazo:

N_{Sk} = 38,059 [kN] $\quad \delta_N$ = 0,202 [mm]

V_{Sk} = 0,193 [kN] $\quad \delta_V$ = 0,012 [mm]

δ_{NV} = 0,202 [mm]

Comentarios: Desplazamientos a tracción son válidos con la mitad del par de apriete requerido no fisurado ¡Hormigón! Los desplazamientos son validos sin rozamiento entre el hormigón y la placa de anclaje! La holgura entre el taladro en el hormigón y en la placa no son considerados en este cálculo.

¡Los desplazamientos aceptables en los anclajes dependen del tipo de construcción de la fijación y deben ser definidos por el proyectista!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:		Página:	4
Proyectista:		Proyecto:	ACLAJES PANTALLAS
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	VIADUCTO
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	02/12/2016
E-mail:			

7 Avisos

- No se considera la redistribución de carga entre los aclajes debido a deformaciones elasticas de la placa. ¡Se asume que la placa es suficientemente rígida, para evitar que se deforme cuando se somete a cargas! ¡Los datos de entrada y resultados deben ser comprobados para verificar que se encuentran conformes con las condiciones existentes y que sean admisible!
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo EOTA TR 029 Section 7!
- El diseño, es sólo válido si el espacio libre, en la perforación, no es mayor que el dado en la tabla 4.1. de la EOTA TR029. Para diámetros mayores, de espacio libre de perforación, ver el capítulo 1.1. de EOTA TR029.
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- El taladro debe limpiarse de acuerdo con la homologación (soplar dos veces con aire comprimido (min. 6 bar), cepillar dos veces y volver a soplar dos veces con aire comprimido (min. 6 bar)).
- La tensión de adherencia característica depende de las temperaturas de corto y largo plazo
- Por favor, contacte con Hilti para comprobar el suministro de varilla HIT-V
- El diseño por el método SOFA asume que no hay espacio libre entre los anclajes y la placa de anclaje que está presente. Esto puede materializarse rellenando el espacio con mortero de suficiente resistencia a la compresión (por ejemplo, mediante el uso del set HILTI set Sísmico /para llenar) o por otros medios adecuados
- La conformidad con las normas vigentes (e.g. EC3) es responsabilidad del usuario
- La verificación a los ELS no es ejecutada para el método SOFA; esta verificación debe ser llevada a cabo por el usuario!

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Empresa:
Proyectista:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
E-mail:

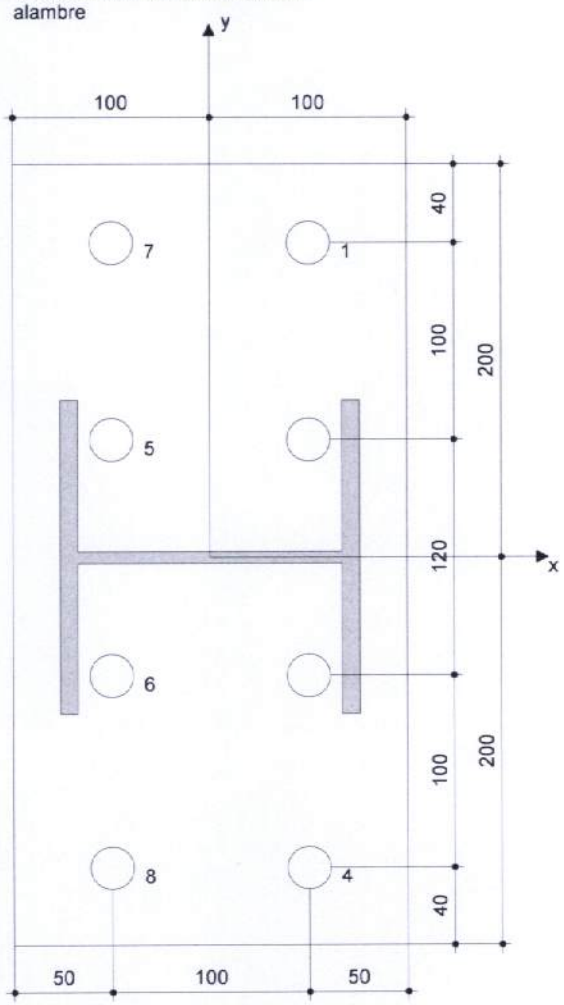
8 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
Perfil: IPBi/HEA; 152 x 160 x 6 x 9 mm
Diámetro de taladro en chapa: d_f = 22 mm
Espesor de placa (introducir): 12 mm
Espesor de placa recomendado: no calculado
Método de perforación: Martillo perforador
Limpieza: Exigida limpieza Premium

Tipo y tamaño de anclaje: HIT-HY 200-A + HIT-V (5.8) M20
Par de apriete de instalación: 0,150 kNm
Diámetro de taladro en material base: 22 mm
Profundidad de taladro (min/max): 300 mm
Mínimo espesor del material base: 344 mm

8.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
• Rotopercusión • Tamaño adecuado de broca	• Aire comprimido con los accesorios requeridos para soplar el fondo del taladro. • Diámetro adecuado de cepillo de alambre	• El sistema de inyección incluye el mezclador • Set Sísmico/para llenar • Llave dinamométrica



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	50	160	-	-	-	-
2	50	-60	-	-	-	-
3	50	60	-	-	-	-
4	50	-160	-	-	-	-

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
5	-50	60	-	-	-	-
6	-50	-60	-	-	-	-
7	-50	160	-	-	-	-
8	-50	-160	-	-	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

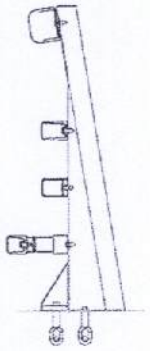
9 Observaciones;comentarios

- Toda la información y todos los datos contenidos en el software sólo se refieren a la utilización de los productos Hilti y están fundados en principios, fórmulas y normativas de seguridad conformes a las consignas técnicas de Hilti y en instrucciones de operación, montaje, ensamblaje, etc., que el usuario debe seguir exhaustivamente. Todas las cifras que en ellos constan son medias; por lo tanto, se deben realizar pruebas específicas de utilización antes de la utilización del producto Hilti aplicable. Los resultados de los cálculos ejecutados mediante el software reposan básicamente en los datos que usted introduce en el mismo. Por lo tanto, es usted el único responsable de la inexistencia de errores, de le exhaustividad y la pertinencia de los datos introducidos por usted mismo. Asimismo, es usted el único responsable de la verificación de los resultados del cálculo y de la validación de los mismos por un experto, en especial en lo referente al cumplimiento de las normas y permisos aplicables previamente a su utilización, en particular para su aplicación. El software sólo sirve de ayuda para la interpretación de las normas y permisos sin ninguna garantía con respecto a la ausencia de errores, la exactitud y la pertinencia de los resultados o su adaptación a una determinada aplicación.
- Debe usted tomar todas las medidas necesarias y razonables para impedir o limitar los daños causados por el software. En especial, debe usted tomar sus disposiciones para efectuar regularmente una salvaguarda de los programas y de los datos y, de ser aplicable, ejecutar las actualizaciones regularmente facilitadas por Hilti. Si no utiliza la función AutoUpdate del software, debe usted comprobar que en cada caso usted utiliza la versión actual y puesta al día del software, ejecutando actualizaciones manuales a través del Sitio Web Hilti. Hilti no será considerada como responsable por cualquier consecuencia, tal y como la necesidad de recuperar necesidades o programas perdidos o dañados, que se deriven de un incumplimiento, por su parte, de sus obligaciones.

PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

ANEXO Nº3 FICHA PMH38 (H4b)

Pretil metálico PMH-38 PMC2/16a	Definición	C.2.11/1



Fichas a consultar:

Clase, nivel de contención: P, H4b	Anchura de trabajo: W4	Índice de severidad: B

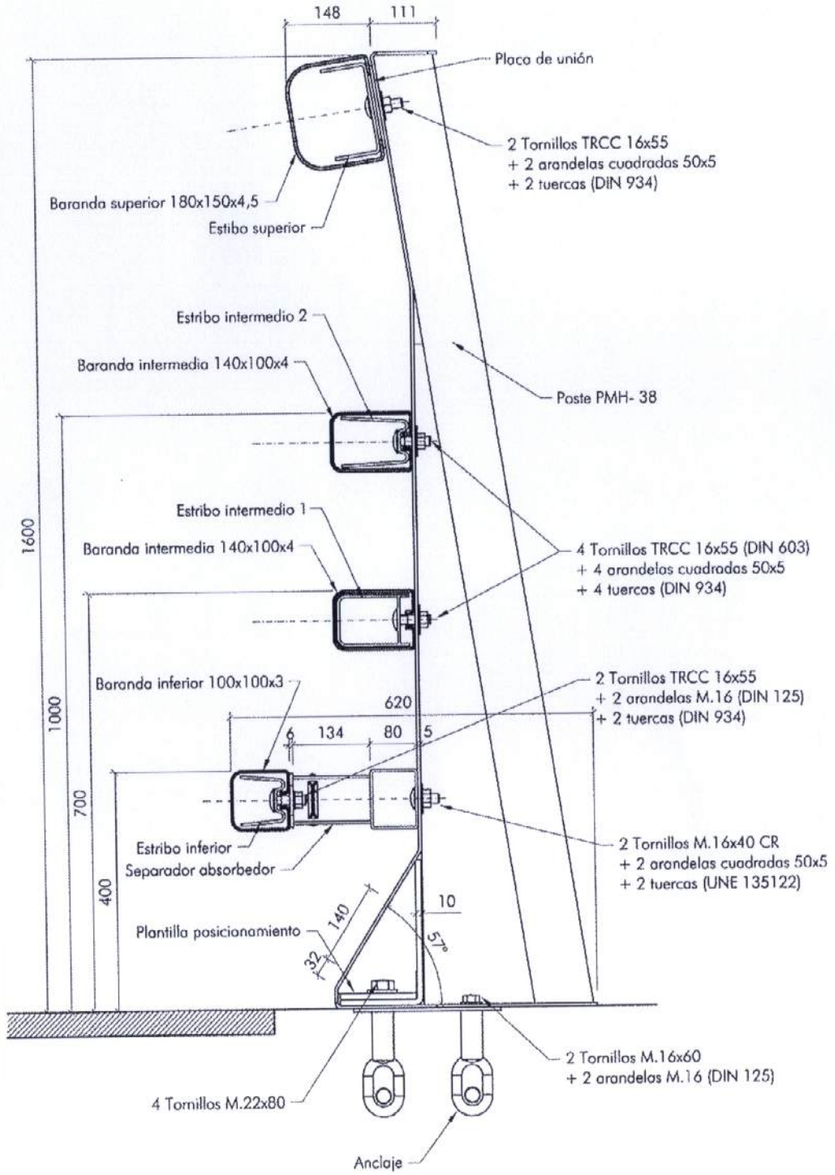
Empleo habitual:	En márgenes de obras de paso
Observaciones adicionales:	Puede estar sujeto a propiedad industrial La anticipación y finalización debe realizarse según lo dispuesto en las "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos" Longitud mínima para garantizar el adecuado comportamiento en caso de impacto: 60 m, más la longitud de tratamiento de los extremos Sujeción al tablero mediante tornillos de métricas 16 y 22 Hormigón tablero en zona pretil: HA-25 con armaduras B 500 SD
Materiales:	Aceros S 235 JR, S 275 JR, S 355 J0/J2G3 (UNE-EN 10025) y DC01 (UNE-EN 10130)
Normas UNE de aplicación:	

Fecha aprobación: Abril 2008	Fecha última revisión: Abril 2008

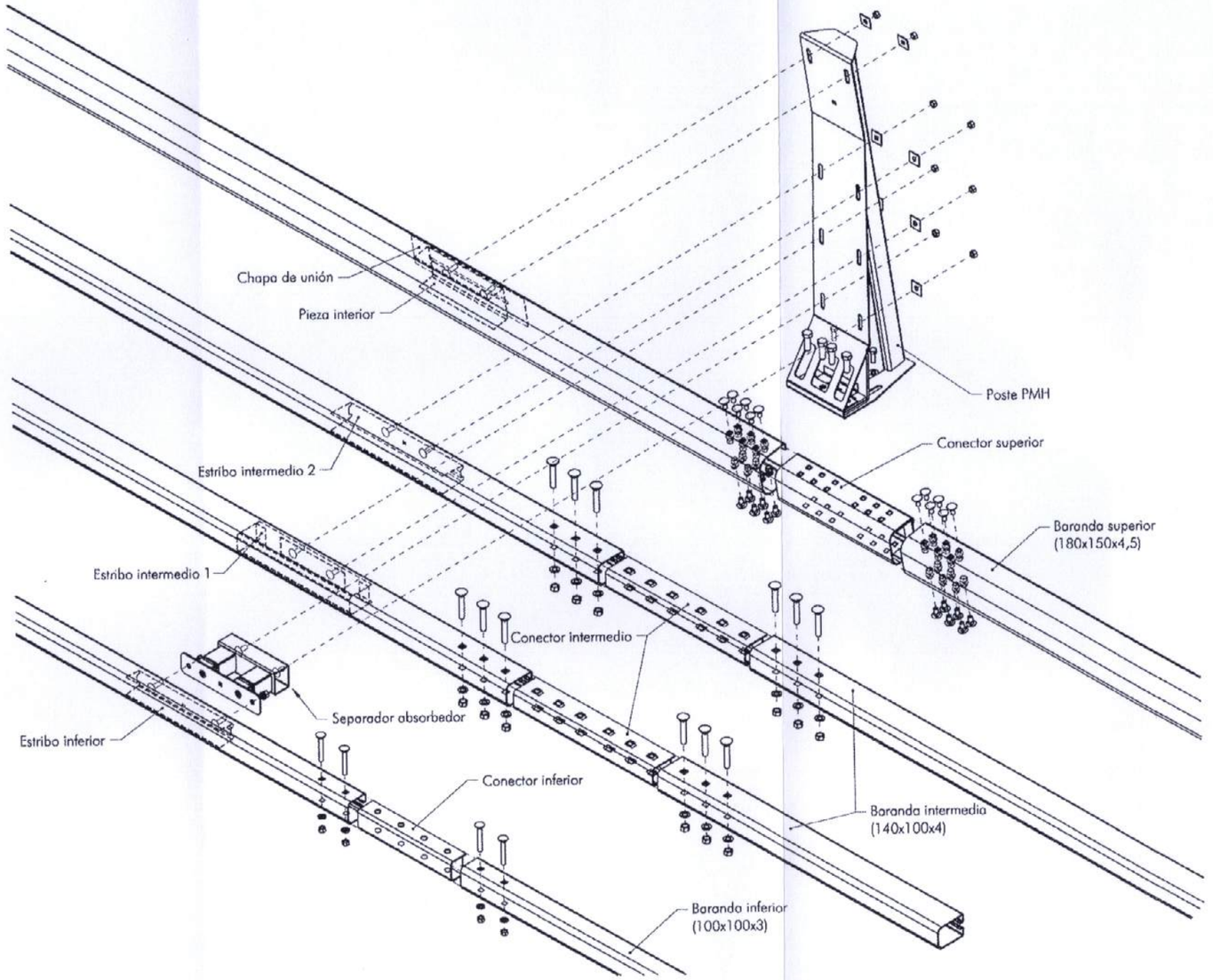
PRETIL METÁLICO PMH-38
PMC2/16a

MONTAJE

C.2.11/2



SECCIÓN TRANSVERSAL
ESCALA 1:10



ISOMETRICA FRONTAL
SIN ESCALA

MATERIALES:
- HORMIGÓN LOSA HA-35
- ACERO ARMADURAS: B 500 SD, excepto barras lisas Ø30 de acero S275JR (UNE-EN 10025)
- ACEROS DE CALIDAD S355JO/J2G3, S275JR Y S235JR (UNE-EN 10025) Y DC01 (UNE-EN 10130) SEGÚN COMPONENTES.

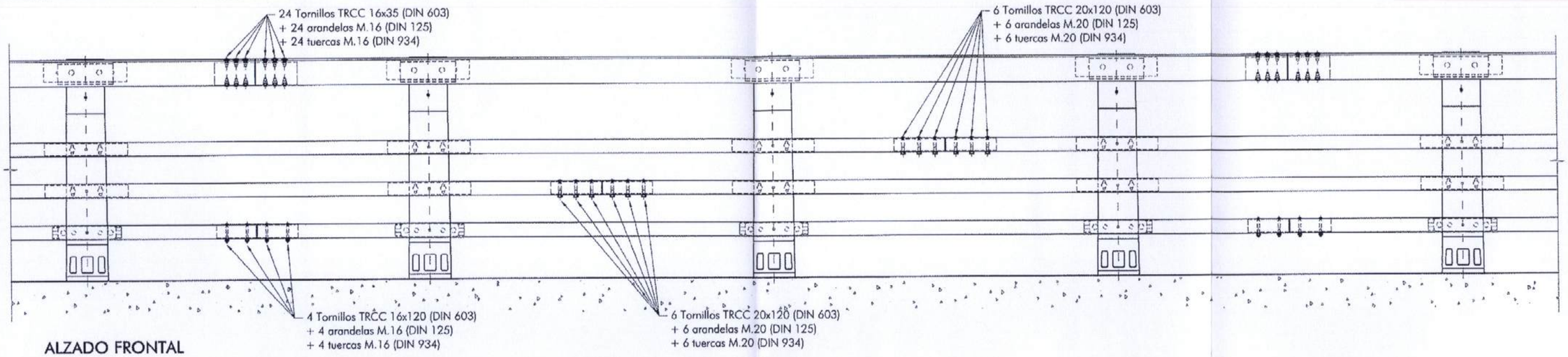
NOTAS:
- TRATAMIENTO ANTICORROSIÓN: GALVANIZADO EN CALIENTE POR INMERSIÓN (SEGÚN UNE EN 1461)

Cotas en mm

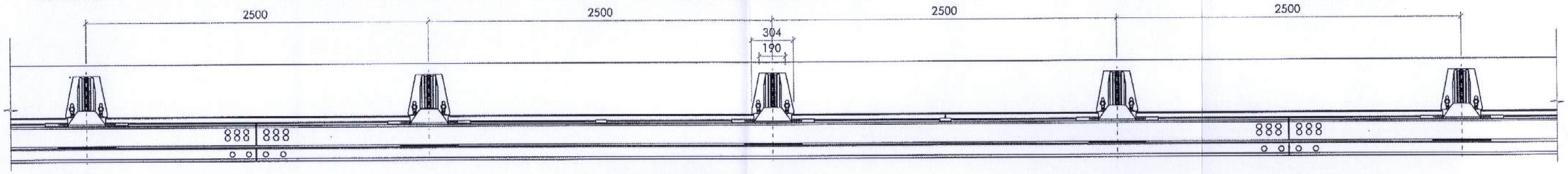
PRETIL METÁLICO PMH-38
PMC2/16a

MONTAJE

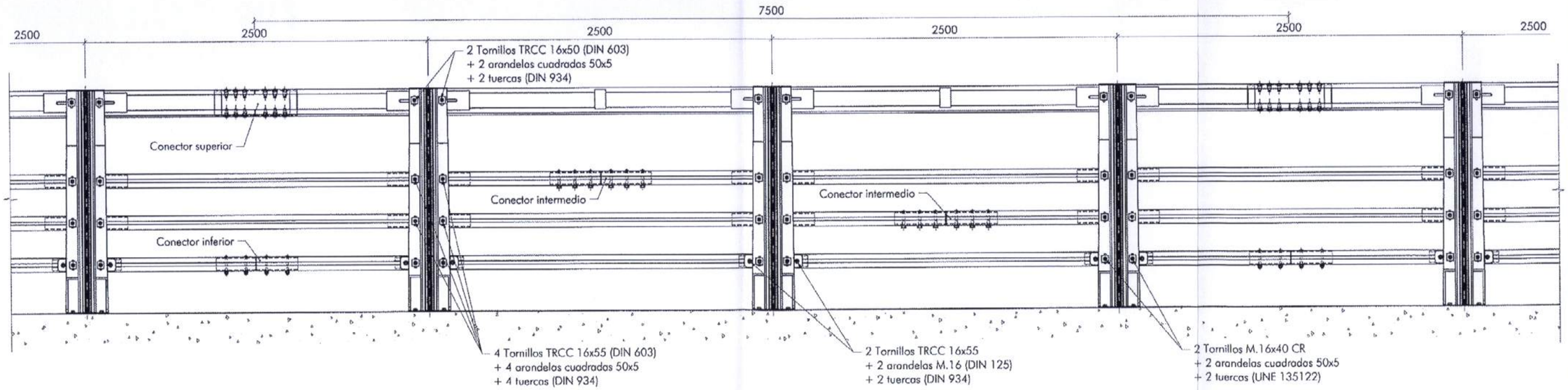
C.2.11/3



ALZADO FRONTAL
ESCALA 1:30



PLANTA
ESCALA 1:30



ALZADO POSTERIOR
ESCALA 1:30

MATERIALES:

- HORMIGÓN LOSA HA-35
- ACERO ARMADURAS: B 500 SD, excepto barras lisas Ø30 de acero S275JR (UNE-EN 10025)
- ACEROS DE CALIDAD S355J0/J2G3, S275JR Y S235JR (UNE-EN 10025) Y DC01 (UNE-EN 10130) SEGÚN COMPONENTES.

NOTAS:

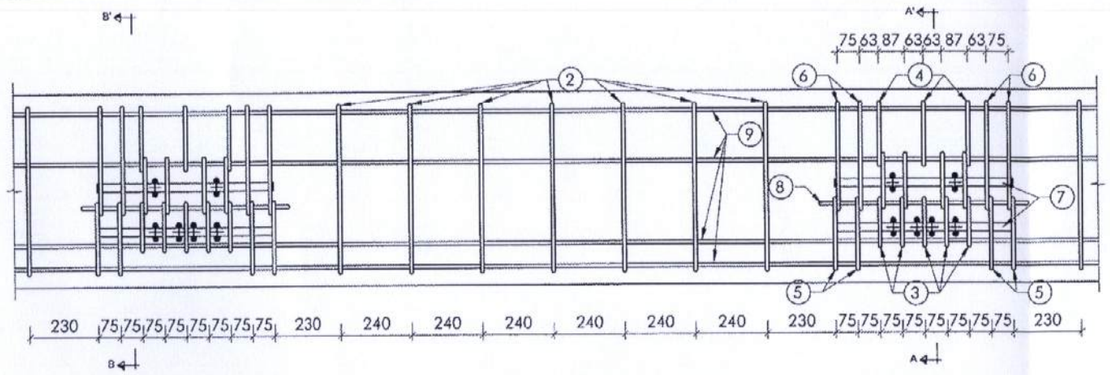
- TRATAMIENTO ANTICORROSIÓN: GALVANIZADO EN CALIENTE POR INMERSIÓN (SEGÚN UNE EN 1461)

Cotas en mm

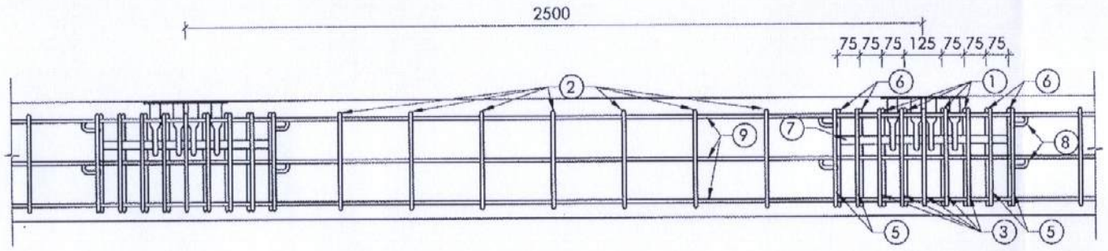
PRETIL METÁLICO PMH-38
PMC2/16a

ANCLAJES

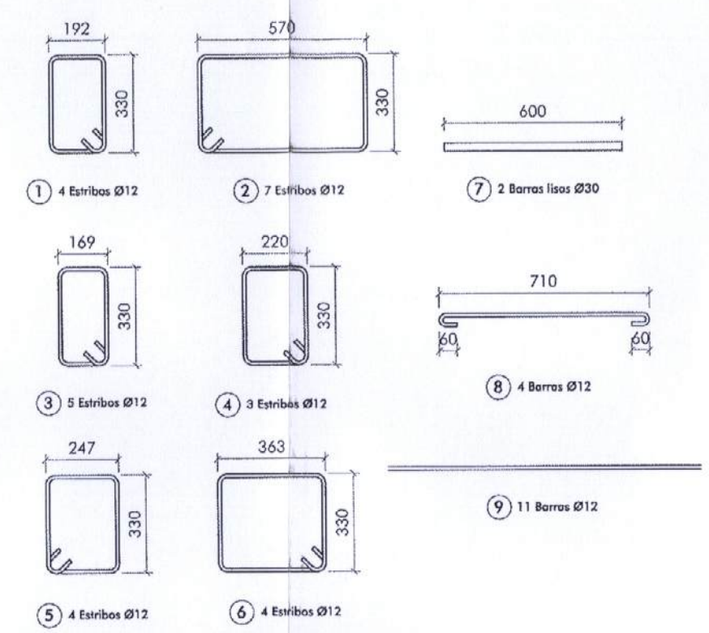
C.2.11/4



DETALLE DE ARMADURA EN ANCLAJES.
PLANTA
ESCALA 1:20



DETALLE DE ARMADURA EN ANCLAJES.
ALZADO
ESCALA 1:20



DETALLE ARMADURAS
DESPIECE
ESCALA 1:20

MATERIALES:

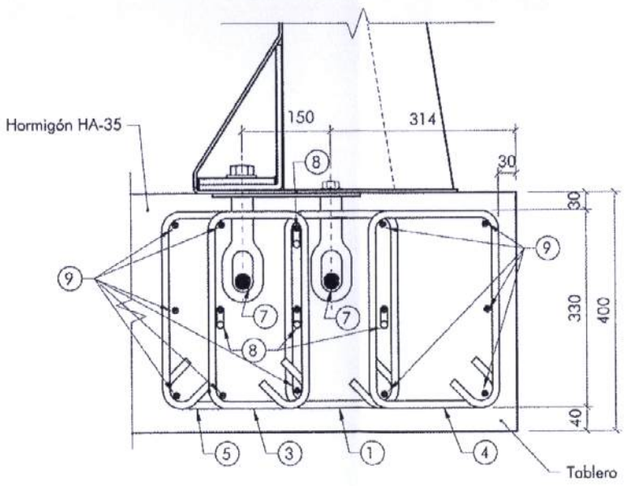
- HORMIGÓN LOSA HA-35
- ACERO ARMADURAS: B 500 SD, excepto barras lisas Ø30 de acero S275JR (UNE-EN 10025)
- ACEROS DE CALIDAD S355JO/J2G3, S275JR Y S235JR (UNE-EN 10025) Y DC01 (UNE-EN 10130) SEGÚN COMPONENTES.

NOTAS:

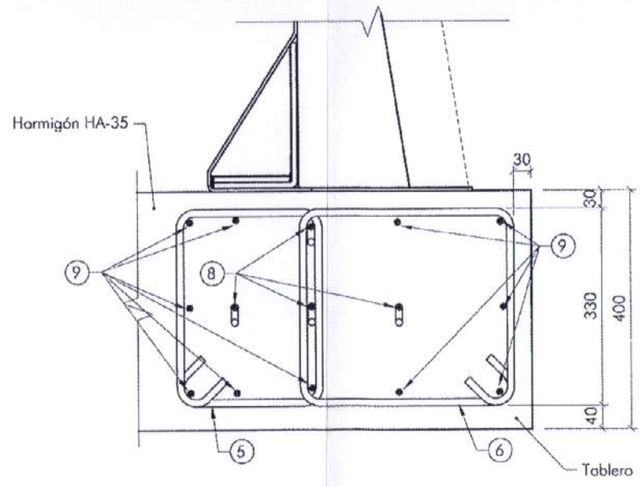
- TRATAMIENTO ANTICORROSIÓN: GALVANIZADO EN CALIENTE POR INMERSIÓN (SEGÚN UNE EN 1461)

NOTA ARMADO DE TABLERO:

- LAS ARMADURAS DEL ANCLAJE Y ARMADURAS ENTRE ANCLAJES DEBEN ESTAR VINCULADAS AL TABLERO Y TENER CONTINUIDAD EN ÉL.



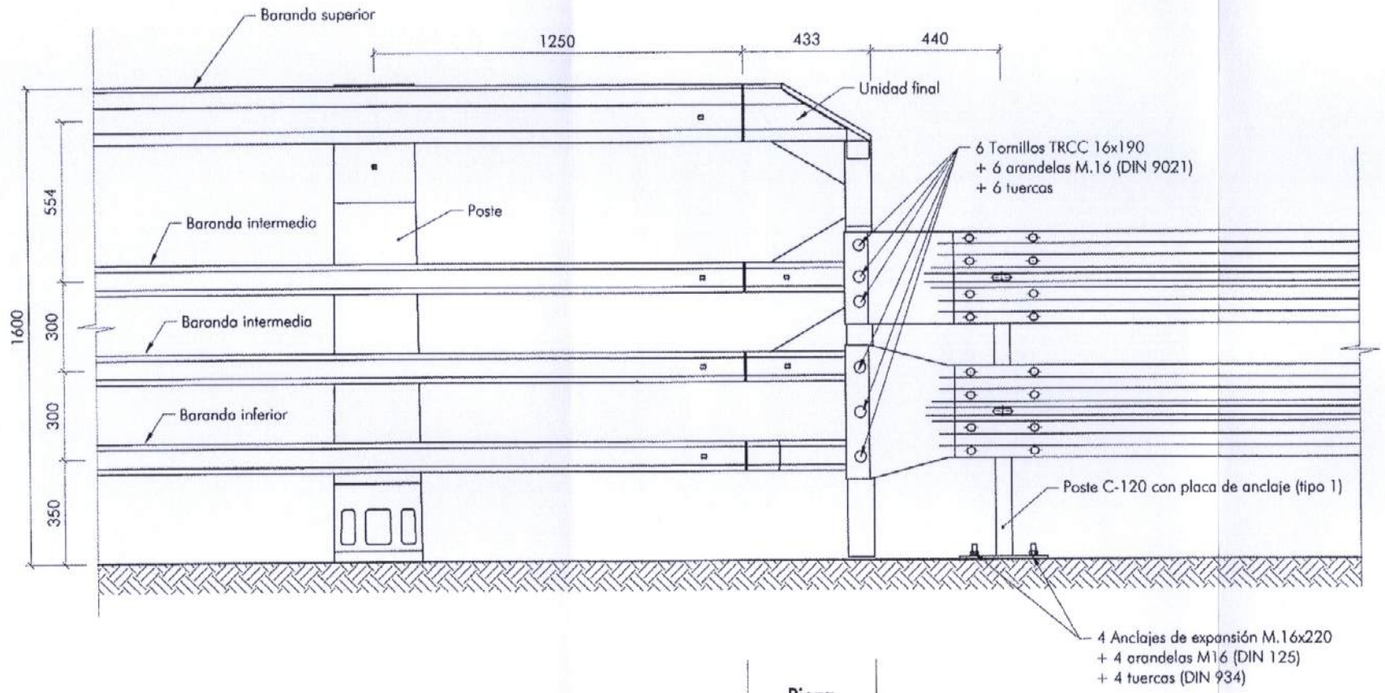
DETALLE DE ARMADURA EN ANCLAJE.
SECCIÓN A-A'
ESCALA 1:10



DETALLE ARMADURA EN ANCLAJE.
SECCIÓN B-B'
ESCALA 1:10

Cotas en mm

PRETIL METÁLICO PMH-38 PMC2/16a	EXTREMOS	C.2.11/5



ALZADO
ESCALA 1:25

NOTA:
EL TRATAMIENTO DE LOS EXTREMOS SE REALIZARA SEGÚN LO INDICADO EN EL APARTADO, 4.1.6 DE LAS RECOMENDACIONES SOBRE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHICULOS Y, EN SU CASO, SEGÚN LO ESTABLECIDO EN LA NORMA UNE-ENV 1317-4.

MATERIALES:
- HORMIGÓN LOSA HA-35
- ACERO ARMADURAS: B 500 SD, excepto barras lisas Ø30 de acero S275JR (UNE-EN 10025)
- ACEROS DE CALIDAD S355JO/J2G3, S275JR Y S235JR (UNE-EN 10025) Y DC01 (UNE-EN 10130) SEGÚN COMPONENTES.

NOTAS:
- TRATAMIENTO ANTICORROSIÓN: GALVANIZADO EN CALIENTE POR INMERSIÓN (SEGÚN UNE EN 1461)

Cotas en mm