

# **TORNILLOS PROBLEMA EXAMEN ENERO 2016**

CTE\_DB\_SE\_A  
ETSAV ST3

**esquema**

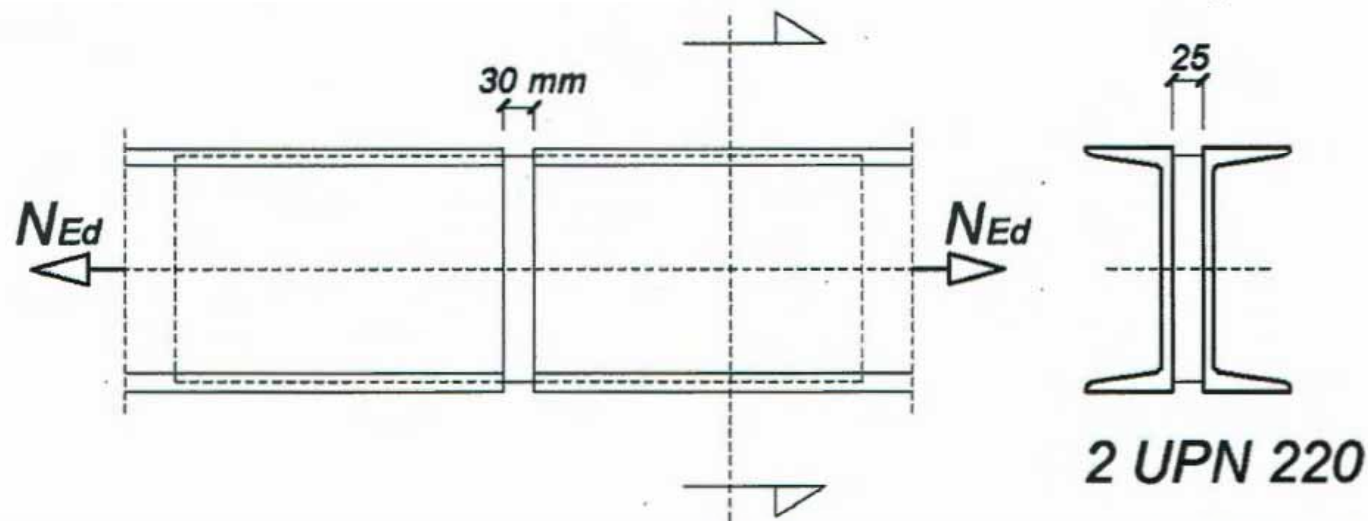
UPV María Castaño Cerezo ETSAV\_ST3\_2017-18

## Nudo articulado\_TORNILLOS ORDINARIOS (examen enero 2016 modificado)

2 - DETALLE CONSTRUCTIVO Y CÁLCULO DE LA UNIÓN EN PROLONGACIÓN DE DOBLES PERFILES **UPN 220** SEGÚN EL DETALLE PROPUESTO, MEDIANTE TORNILLOS ORDINARIOS **M 20** DE ACERO 5.6 SOMETIDAS A UN ESFUERZO  $N_{Ed}$  DE **650 kN**

SECCIÓN CHAPA INTERMEDIA 25 X 200 MM

ACERO PERFILES Y CHAPA S 275



$$N_{Ed} \geq \frac{1}{3} N_{pl,Rd, 2UPN220} = \left( \frac{1}{3} * 2 * 3740 * 275 / 1,05 \right) N = 653015,873 \sim 653.016 N \sim \mathbf{654 kN}$$

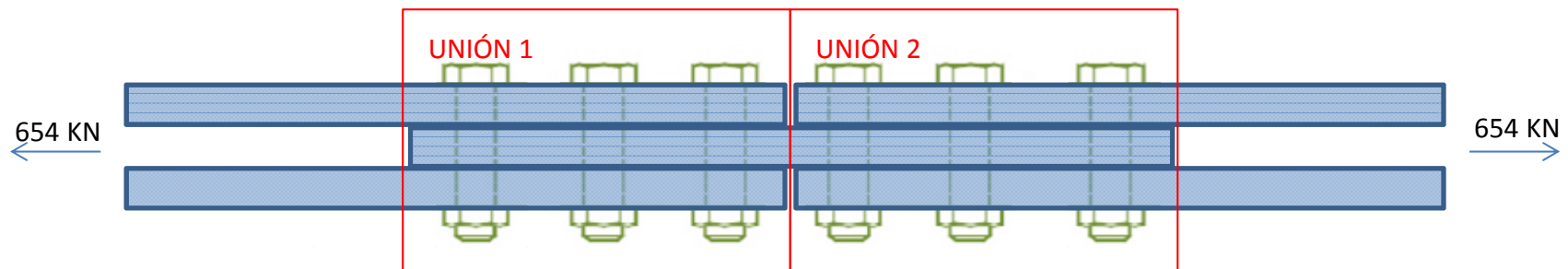
## RESISTENCIA a CORTANTE

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,5 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

DOBLE CORTADURA:  $n = 2$

Cuando el plano de corte está en el vástago  $A = A_v = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

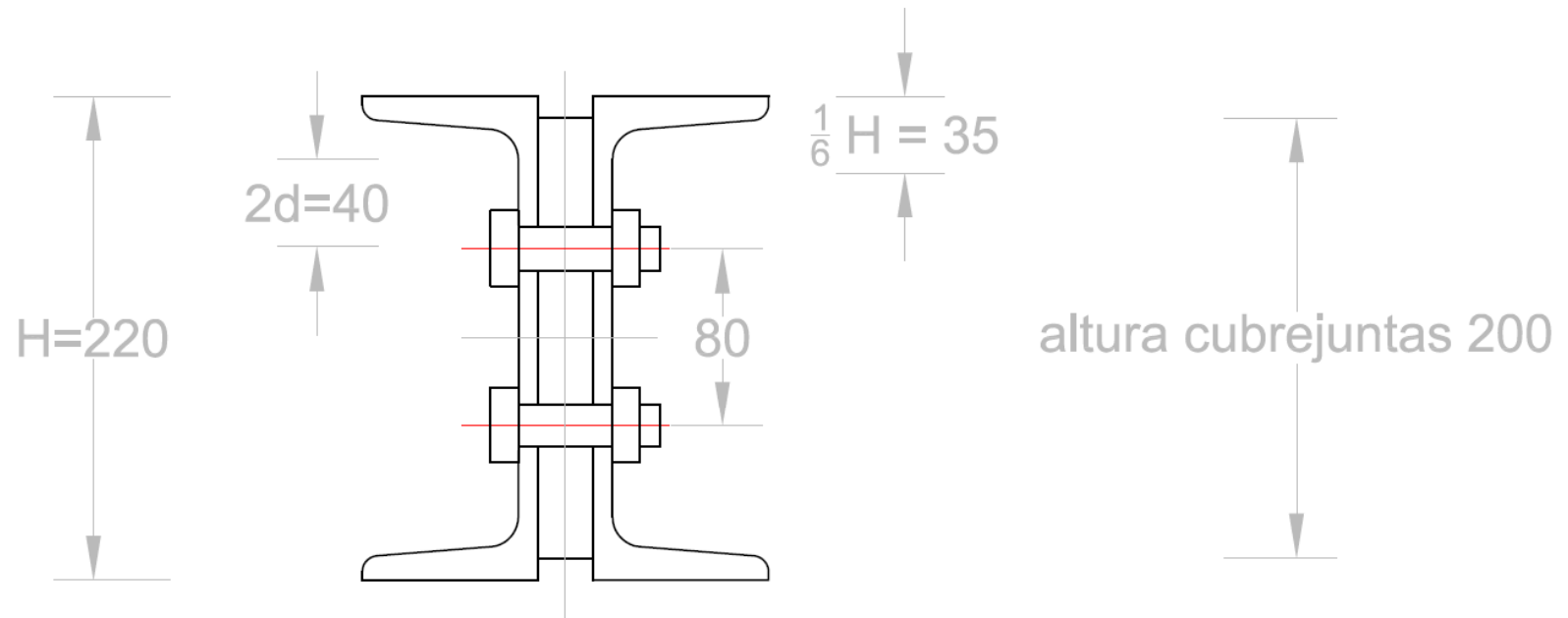
TORNILLOS		ACERO		ACERO	ACERO	ACERO	ACERO	ACERO
		4.6	5.6	6.8	8.8	10.9		
	$d$ mm	$A_d$ mm <sup>2</sup>	$f_{ub} = 400$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{ub} = 500$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{ub} = 600$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{ub} = 800$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{ub} = 1000$ N/mm <sup>2</sup>	
M 10	10	78	24 960 N	31 200 N	37 440 N	49 920 N	62 400 N	
M 12	12	113	36 160 N	45 200 N	54 240 N	72 320 N	90 400 N	
M 16	16	201	64 320 N	80 400 N	96 480 N	128 640 N	160 800 N	
M 20	20	314	100 480 N	125 600 N	150 720 N	200 960 N	251 200 N	
M 24	24	452	144 640 N	180 800 N	216 960 N	289 280 N	361 600 N	



**UNIÓN 1** Nº tornillos necesarios =  $654000/125600=5,2 \rightarrow 6$  TORNILLOS

**UNIÓN 2** Nº tornillos necesarios =  $654000/125600=5,2 \rightarrow 6$  TORNILLOS

# DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS\_UNIÓN 2\_6M 20X75 5.6



# DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS\_UNIÓN 2\_6M 20X75 5.6

**$d_0=22\text{ mm}$   $t_p=25\text{ mm}$   $t_w=9\text{ mm}$**

borde frontal

$$e_1 \geq 1,2 \cdot d_0 \rightarrow 1,2 \cdot 22 \rightarrow 26,4\text{ mm}$$

$$e_1 \leq (40\text{ mm} + 4t ; 12t ; 150\text{ mm}) \rightarrow (40+4 \cdot 9 ; 12 \cdot 9 ; 150) \rightarrow 150\text{ mm}$$

borde lateral

$$e_2 \geq 1,5 \cdot d_0$$

$$e_2 \leq (40\text{ mm} + 4t ; 12t ; 150\text{ mm})$$

dirección paralela al esfuerzo

$$p_1 \geq 2,2 \cdot d_0 \rightarrow 2,2 \cdot 22 \rightarrow 48,4\text{ mm}$$

dirección perpendicular al esfuerzo

$$p_2 \geq 3,0 \cdot d_0 \rightarrow 3,0 \cdot 22 \rightarrow 66\text{ mm}$$

elementos comprimidos ( $t_{min}$ )

$$p_1 \leq (14t ; 200\text{ mm})$$

$$p_2 \leq (14t ; 200\text{ mm})$$

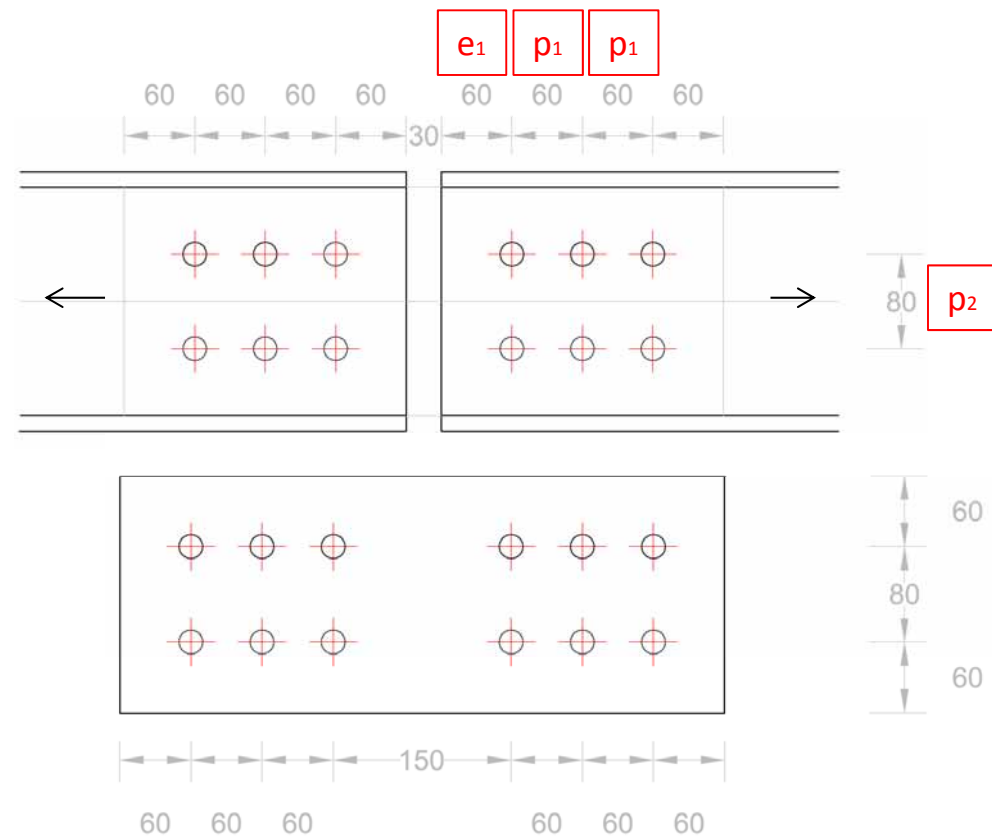
elementos traccionados

$$p_{1,e} \leq (14t ; 200\text{ mm}) \rightarrow (14 \cdot 9 ; 200) \rightarrow 200\text{ mm}$$

$$p_{1,i} \leq 28t \text{ ó } 400\text{ mm} \rightarrow (28 \cdot 9 ; 400) \rightarrow 400\text{ mm}$$

$$p_2 \leq 14t \text{ ó } 400\text{ mm} \rightarrow (14 \cdot 9 ; 400) \rightarrow 400\text{ mm}$$

$d_0$  diámetro del taladro  
 $t$  espesor de la chapa



Tipo de agujero	M12	M14	M16 a M22	M24	M27 y mayor
redondo normal y en ranura (transversal a la pieza)	+1	+1	+2	+2	+3
redondo sobredimensionado	+3	+4	+4	+6	+8
en ranura cortos (longitudinal a la pieza)	+4	+4	+6	+8	+10

La longitud nominal de los agujeros en ranura no debe ser superior a 2,5 veces el diámetro nominal del tornillo



## APLASTAMIENTO CHAPAS\_UNIÓN 2\_6M 20X75 5.6

**Resistencia a aplastamiento del alma de un UPN 220<sub>t=9mm</sub>**

$$a < (60/(3 \cdot 22); (60/(3 \cdot 22)) - (1/4); 500/410; 1,0) \rightarrow a = 0,65$$

$$F_{b,rd} = 2,5 \cdot 0,65 \cdot 410 \cdot 20 \cdot 9 / 1,25 = 95940 \text{ N}$$

$$F_{b,rd, total} = 6 \cdot 95940 = \mathbf{575.640 \text{ N}}$$

$$F_{ed} = N_{ed} / 2 = 654000 \text{ N} / 2 = \mathbf{327.000 \text{ N}}$$

$F_{ed} < F_{b,rd, total} \rightarrow$  CUMPLE

**Resistencia a aplastamiento del cubrejuntas<sub>t=25mm</sub>**

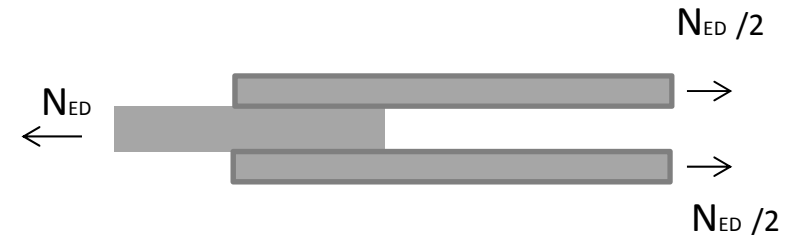
$$a < (60/(3 \cdot 22); (60/(3 \cdot 22)) - (1/4); 500/410; 1,0) \rightarrow a = 0,65$$

$$F_{b,rd} = 2,5 \cdot 0,65 \cdot 410 \cdot 20 \cdot 25 / 1,25 = 266500 \text{ N}$$

$$F_{b,rd, total} = 6 \cdot 266500 = \mathbf{1.599.000 \text{ N}}$$

$$F_{ed} = N_{ed} = \mathbf{654.000 \text{ N}}$$

$F_{ed} < F_{b,rd, total} \rightarrow$  CUMPLE



$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

*d* diámetro tornillo  
*t* menor espesor de las chapas a aplastamiento: simple o doble cortadura  
*f<sub>u</sub>* resistencia última acero chapas  
 $\alpha$  el menor de,

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0$$

*e<sub>1</sub>* distancia eje taladro borde chapa en dirección de la fuerza

*p<sub>1</sub>* separación entre ejes taladros en dirección de la fuerza

*d<sub>0</sub>* diámetro agujero

En este problema si la comprobación a aplastamiento en el UPN cumple, también cumple para el cubrejuntas ¿sabrías decir porqué?

## COMPROBACIÓN CHAPAS TALADRADAS\_UNIÓN 2\_6M 20X75 5.6

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} \quad \text{Siendo } N_{t,Rd} < \left\{ \begin{array}{l} N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ N_{u,Rd} = 0,9 \cdot \frac{A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \end{array} \right.$$

### 2UPN

$$A = 2 \cdot 3740 = 7.480 \text{ mm}^2$$

$$A_{net} = 2 \cdot (3740 - (2 \cdot 25 \cdot 22)) = 5.280 \text{ mm}^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_{pl,rd} = 7480 \cdot 275 / 1,05 = 1.959.047 \text{ N} \\ N_{u,rd} = 0,9 \cdot 5280 \cdot 410 / 1,25 = 1.558.656 \text{ N} \end{array} \right.$$

$$N_{t,rd} = \mathbf{1.558.656 \text{ N}}$$

$$N_{ED} = \mathbf{654.000 \text{ N}}$$

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} \quad \text{CUMPLE}$$

### CUBREJUNTAS

$$A = 25 \cdot 200 = 5.000 \text{ mm}^2$$

$$A_{net} = 5000 - (2 \cdot 25 \cdot 22) = 3.900 \text{ mm}^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_{pl,rd} = 5000 \cdot 275 / 1,05 = 1.309.523 \text{ N} \\ N_{u,rd} = 0,9 \cdot 3900 \cdot 410 / 1,25 = 1.151.280 \text{ N} \end{array} \right.$$

$$N_{t,rd} = \mathbf{1.151.280 \text{ N}}$$

$$N_{ED} = \mathbf{654.000 \text{ N}}$$

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} \quad \text{CUMPLE}$$