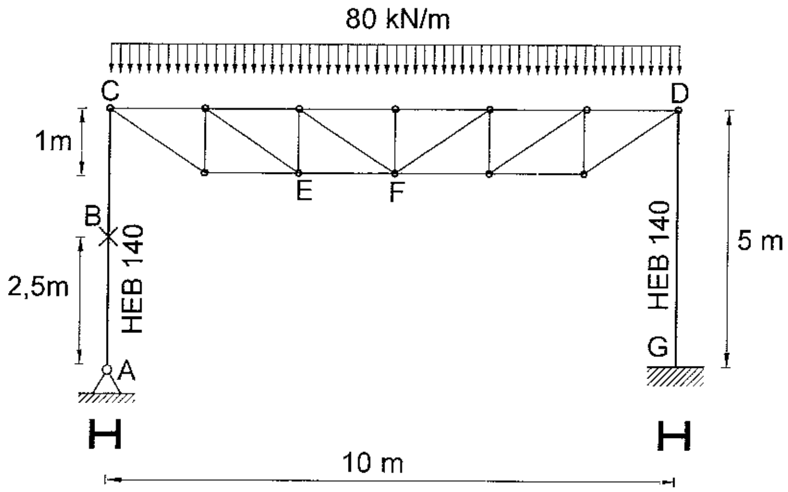
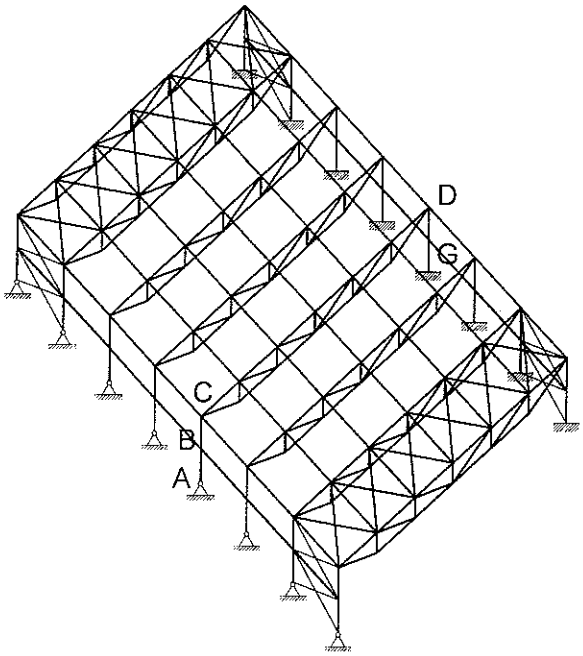
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESTRUCTURAS III
4º CURSO
EXAMEN FINAL ABRIL 2012





ACERO S 275

EN LA ESTRUCTURA DE LA FIGURA, CONSIDERANDO QUE LAS CARGAS ESTÁN MAYORADAS, SE PIDE:

1. DIMENSIONAR EL CORDON EF DE LA CELOSÍA

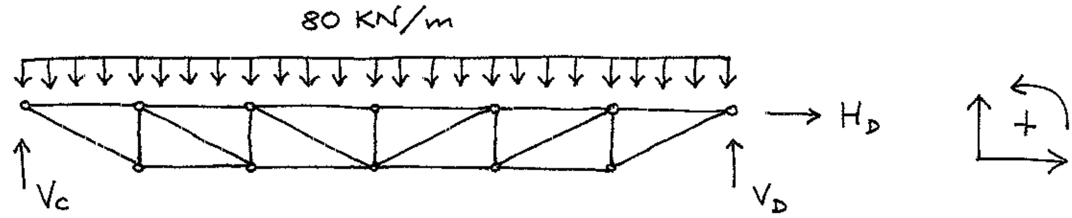
2. DISEÑO Y CÁLCULO DEL NUDO C CON TORNILLOS CONSIDERANDO QUE EL SOPORTE ES UN HEB 140 Y LAS BARRAS DE LA CELOSÍA 2 L 60.8

3. COMPROBAR EL PREDIMENSIONADO DEL SOPORTE ABC CONSIDERANDO LAS CONDICIONES DE ENLACE DE LA FIGURA

PUNTUACIÓN: TEORÍA: 2,5 PUNTOS PROBLEMA 1: 2,5 PUNTOS PROBLEMA 2: 2,5 PUNTOS PROBLEMA 3: 2,5 PUNTOS

1. DIMENSIONAR EL CORDÓN EF DE LA CELOSÍA:

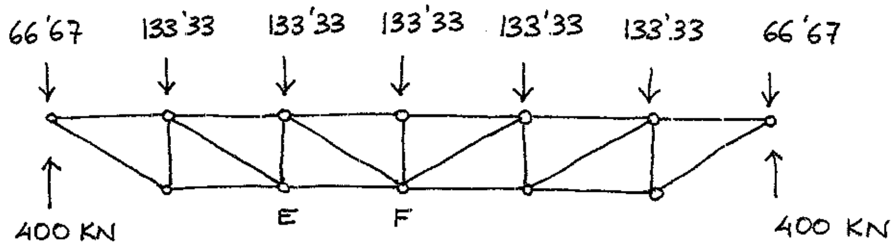
1.1. CÁLCULO DE SOLICITACIONES:



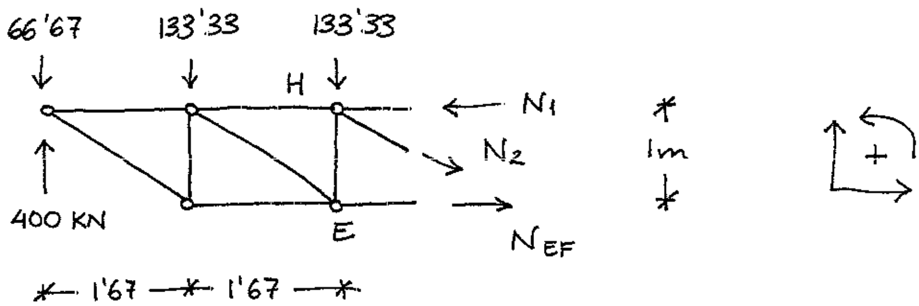
$\Sigma F_H = 0$: $\boxed{H_D = 0}$

$\Sigma F_V = 0$: $V_C - 80 \cdot 10 + V_D = 0$ $\quad V_C + V_D = 800$

$\Sigma M_C = 0$: $-80 \cdot 10 \cdot [5] + V_D [10] = 0$ $\quad \boxed{V_D = 400 = V_C}$



APLICAMOS EL MÉTODO DE RITTER PARA DETERMINAR EL AXIL DE LA BARRA E-F:



$\Sigma M_H = 0$: $-(400 - 66'67) \cdot [3'33] + 133'33 \cdot [1'67]$

$+ N_{EF} [1] = 0$

$-1110 + 222'67 + N_{EF} = 0$

$$\boxed{N_{EF} = 887'33 \text{ KN}}$$

TENEMOS QUE DIMENSIONAR LA BARRA PARA RESISTIR ESTRICTAMENTE UN AXIL DE TRACCIÓN DE 887'33 KN

1.2. DIMENSIONADO A RESISTENCIA :

$$N_{Ed} = +887'33 \text{ KN} = 887\,333 \text{ N}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} \qquad N_{Ed} \leq N_{pl,Rd}$$

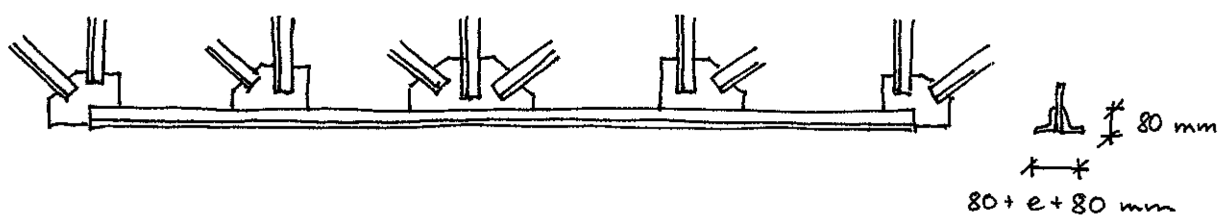
$$887.333 \leq \frac{A \cdot 275}{1'05} \qquad A \geq 3.388 \text{ mm}^2$$

DIMENSIONAREMOS MEDIANTE DOS PERFILES "L" DE LADOS IGUALES

$$2\ L\ 80.12 \quad \left(A = 2 \cdot 1790 = 3580 \text{ mm}^2\right)$$

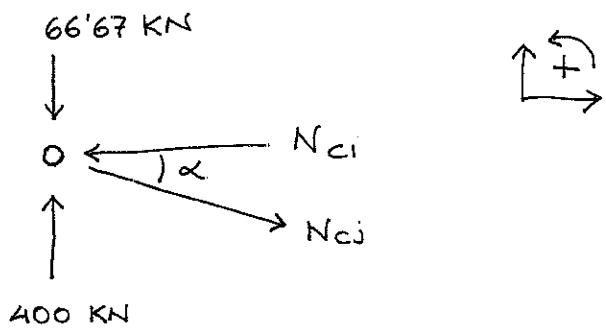
1.3. DETALLE CONSTRUCTIVO DE LA BARRA :

DADO QUE LA BARRA E-F Y SU SIMÉTRICA PRESENTAN EL MAYOR AXIL DEL CORDÓN INFERIOR, PODRÍAMOS EXTENDER EL DIMENSIONADO OBTENIDO A LA TOTALIDAD DE LAS CUATRO BARRAS QUE LO COMPONEN:



2. DISEÑO Y CÁLCULO DEL NUDO C CON TORNILLOS CONSIDERANDO QUE EL SOPORTE ES UN HEB-140 Y LAS BARRAS DE LA CELOSÍA 2 L 60.8

2.1. CÁLCULO DE SOLICITACIONES:



$$\alpha = \text{arctg}\ \frac{1}{1'67} = 30'96°$$

$$\text{sen}\ \alpha = 0'514$$

$$\cos \alpha = 0'857$$

$\Sigma F_v = 0$: $+400 - 66'67 - N_{cj} \cdot \text{sen}\alpha = 0$

$$\boxed{N_{cj}} = \frac{333'33}{0'514} = \boxed{648'50\ KN}$$

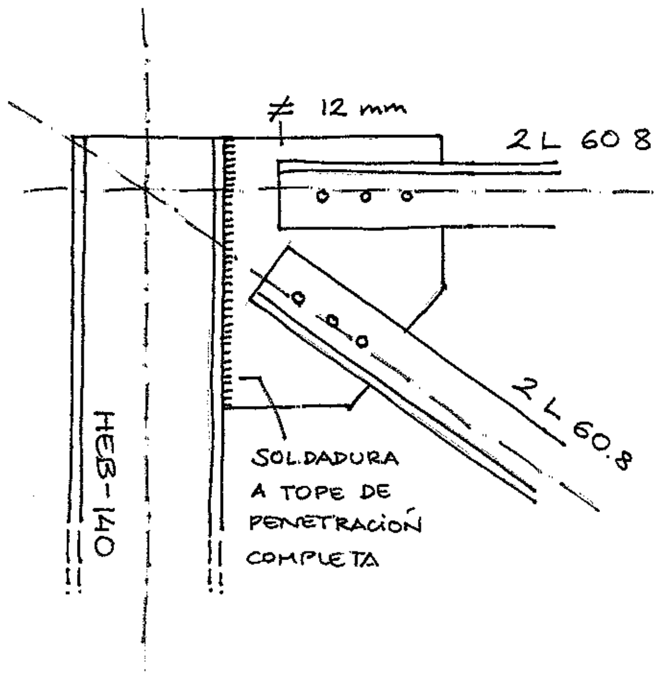
$\Sigma F_H = 0$: $648'50 \cdot \cos\alpha - N_{ci} = 0$

$$\boxed{N_{ci}} = 648'50 \cdot 0'857 = \boxed{555'76\ KN}$$

EL MAYOR AXIL CORRESPONDE A LAS TRACCIONES TRANSMITIDAS POR LA BARRA CJ DE VALOR 648'50 KN.

2.2. DISEÑO DEL NUDO:

COMENZAREMOS PROPONIENDO UN DISEÑO ADECUADO Y RAZONABLE DEL NUDO MEDIANTE UNA CARTELA DE 12 mm DE ESPESOR SOLDADA EN TALLER AL ALA DEL SOPORTE Y A LA QUE SE ATORNILLAN LOS CORDONES DE LA CELOSÍA



LA SOLICITACIÓN DE CORTE SOBRE LOS TORNILLOS ES : $F_{v,Ed}$ = 648.500 N

COMENZAREMOS PROBANDO CON TORNILLOS M12 DE ACERO 4.6 :

$$f_{yb} = 240 \ N/mm^2 \qquad f_{ub} = 400 \ N/mm^2$$

PARA LA CHAPA Y EL PERFIL EL ENUNCIADO INDICA ACERO S-275 :

$$f_y = 275 \ N/mm^2 \qquad f_u = 410 \ N/mm^2$$

2.3. RESISTENCIA A CORTE DE LOS TORNILLOS :

SE TRATA DE UN CASO DE DOBLE CORTADURA :

$$F_{v,Ed} \leqslant F_{v,Rd}$$

$$F_{v,Ed} = 648.500 \ N$$

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

$$648.500 \leqslant n^o \cdot 2 \cdot 0'5 \cdot 400 \ \frac{\pi \cdot 6^2}{1'25}$$

número de tornillos $\geqslant$ 17'91 $\longrightarrow$ 18 tornillos

SON MUCHOS TORNILLOS, VAMOS A ADOPTAR EL MEJOR ACERO PARA TORNILLOS QUE TRABAJAN POR CORTE : 6.8 :

$f_{yb} = 480\ N/mm^2 \qquad f_{ub} = 600\ N/mm^2$

$$648.500 \leq n^\circ \cdot 2 \cdot 0'5 \cdot 600 \cdot \frac{\pi\ 6^2}{1'25}$$

número de tornillos $\geq 11'94 \longrightarrow 12$ tornillos

SIGUEN SIENDO MUCHOS, PROBAMOS A AUMENTAR SU DIÁMETRO : M.16

$$648.500 \leq n^\circ \cdot 2 \cdot 0'5 \cdot 600 \cdot \frac{\pi \cdot 8^2}{1'25}$$

número de tornillos $\geq 6'71 \longrightarrow 7$ tornillos

ES UNA CANTIDAD SIGNIFICATIVA PERO MÁS RAZONABLE.

LA RESISTENCIA A CORTE DE LA UNIÓN SEGÚN TABLAS SERÁ :

$$F_{v,Rd} = 7 \cdot 96.480\ N = 675.360\ N > 648.500\ N \qquad \text{OK!}$$

EN LA COMPROBACIÓN SE HA CONSIDERADO QUE AMBOS PLANOS DE CORTE PASAN POR LA CAÑA DE LOS TORNILLOS, POR TANTO ÉSTA DEBE TENER UNA LONGITUD SUPERIOR AL ESPESOR DE LAS CHAPAS A UNIR :

$$e = 6 + 12 + 6 = 24\ mm \quad \rightarrow \quad M\ 16 \times 50 - 6.8$$

2.4. CONDICIÓN DE RESISTENCIA A APLASTAMIENTO : $F_{vEd} \leq F_{b,Rd}$

$F_{v,Ed} = 648.500\ N$

$$F_{b,Rd} = \frac{2'5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$f_u = 410\ N/mm^2$

$d = 16\ mm \quad , \quad d_0 = 16 + 2 = 18\ mm$

$t = 12\ mm$ o $8\ mm$

α es el menor de $\left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0} ; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} ; \frac{f_{ub}}{f_u} ; 1 \right\}$

ES NECESARIO SITUAR LOS TALADROS PARA DETERMINAR α:

DISTANCIAS A BORDES:

- DISTANCIA A BORDE FRONTAL:

$$1'2 \cdot d_0 = 1'2 \cdot 18 = 21'6 \text{ mm} \leq e_1 \leq \begin{cases} 40 + 4 \cdot t = 40 + 4 \cdot 8 = 72 \text{ mm} \\ 12 \cdot t = 12 \cdot 8 = 96 \text{ mm} \\ 150 \text{ mm} \end{cases}$$

TOMAREMOS $e_1 = 60$ mm

- DISTANCIA A BORDE LATERAL:

$$1'5 \cdot d_0 = 1'5 \cdot 18 = 27 \text{ mm} \leq e_2 \leq \begin{cases} 40 + 4 \cdot t = 40 + 4 \cdot 8 = 72 \text{ mm} \\ 12 \cdot t = 12 \cdot 8 = 96 \text{ mm} \\ 150 \text{ mm} \end{cases}$$

TOMAREMOS $e_2 = 30$ mm

DISTANCIA ENTRE LOS EJES DE LOS TALADROS

- DIRECCIÓN PARALELA AL ESFUERZO:

$$2'2 \cdot d_0 = 2'2 \cdot 18 = 39'6 \text{ mm} \leq p_1 \leq \begin{cases} 14 \cdot t = 14 \cdot 8 = 112 \text{ mm} \\ 200 \text{ mm} \end{cases}$$

ADOPTAREMOS $p_1 = 70$ mm

$$\left.\begin{aligned} &\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = \frac{60}{3 \cdot 18} = 1'11 \\ &\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} = \frac{70}{3 \cdot 18} - 0'25 = 1'04 \\ &\frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{600}{410} = 1'46 \\ &1 \end{aligned}\right\} \alpha = 1$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2'5 \cdot 1 \cdot 410 \cdot 16 \cdot 12}{1'25} = 157.440 \text{ N cada M16}$$

$$F_{b,Rd} = 7 \cdot 157.440 \text{ N} = 1.102.080 \text{ N} > F_{v,Ed} = 648.500 \text{ N}$$

OK!

DESDE EL EJE DEL TALADRO AL LATERAL DE LA "L" DEBEN HABER COMO MÍNIMO 2·d PARA MECANIZACIÓN:

$$60 \text{ mm} - 8 - 30 \text{ mm} = 22 \text{ mm} \not> 2 \cdot d = 2 \cdot 16 = 32 \text{ mm}$$

NO CUMPLE A MECANIZACIÓN.

RETOMAMOS LA OPCIÓN DE 12 TORNILLOS M12

SEGÚN TABLAS:

$$F_{v,Rd} = 12 \cdot 54.240 \text{ N} = 650.880 \text{ N} > F_{vEd} = 648.500 \text{ N} \quad \text{OK!}$$

DESIGNACIÓN: M 12 × 50 - 6.8 $(l_g = 28 \text{ mm} > 24 \text{ mm})$

VOLVEMOS A COMPROBAR A APLASTAMIENTO:

$f_u = 410 \text{ N/mm}^2$

$d = 12 \text{ mm}$, $d_0 = 12 + 1 = 13 \text{ mm}$

$t = 12 \text{ mm}$ o 8 mm

- DISTANCIA A BORDE FRONTAL

$$1'2 \cdot d_0 = 1'2 \cdot 13 = 15'6 \text{ mm} \leq e_1 \leq \left\{ \begin{array}{l} 72 \text{ mm} \\ 96 \text{ mm} \\ 150 \text{ mm} \end{array} \right.$$

TOMAREMOS $e_1 = 40 \text{ mm}$

– DISTANCIA A BORDE LATERAL:

$$1'5 \cdot d_0 = 1'5 \cdot 13 = 19'5 \text{ mm} \leq e_2 \leq \begin{cases} 72 \text{ mm} \\ 96 \text{ mm} \\ 150 \text{ mm} \end{cases}$$

TOMAREMOS $e_2 = 20$ mm

$$60 \text{ mm} - 8 \text{ mm} - 20 \text{ mm} = 32 \text{ mm} > 2 \cdot d = 2 \cdot 12 = 24 \text{ mm}$$

AHORA SÍ QUE CUMPLIMOS A MECANIZACIÓN

– DISTANCIA ENTRE EJES EN LA DIRECCIÓN PARALELA AL ESFUERZO:

$$2'2 \; d_0 = 2'2 \cdot 13 = 28'6 \text{ mm} \leq P_1 \leq \begin{cases} 112 \text{ mm} \\ 200 \text{ mm} \end{cases}$$

$$P_1 = 50 \text{ mm}$$

BUSCAMOS EL VALOR DE α:

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{e_1}{3 \cdot d_0} = \dfrac{40}{3 \cdot 13} = 1'025 \\[2ex] \dfrac{P_1}{3 \cdot d_0} - \dfrac{1}{4} = \dfrac{50}{3 \cdot 13} - 0'25 = 1'032 \\[2ex] \dfrac{f_{ub}}{f_u} = \dfrac{600}{410} = 1'46 \\[2ex] 1 \end{array}\right\} \alpha = 1$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2'5 \cdot 1 \cdot 410 \cdot 12 \cdot 12}{1'25} = 118.080 \text{ N cada M12}$$

$$F_{b,Rd} = 12 \cdot 118.080 = 1.416.960 \text{ N} > F_{v,Ed} = 648.500 \text{ N} \quad \text{OK!}$$

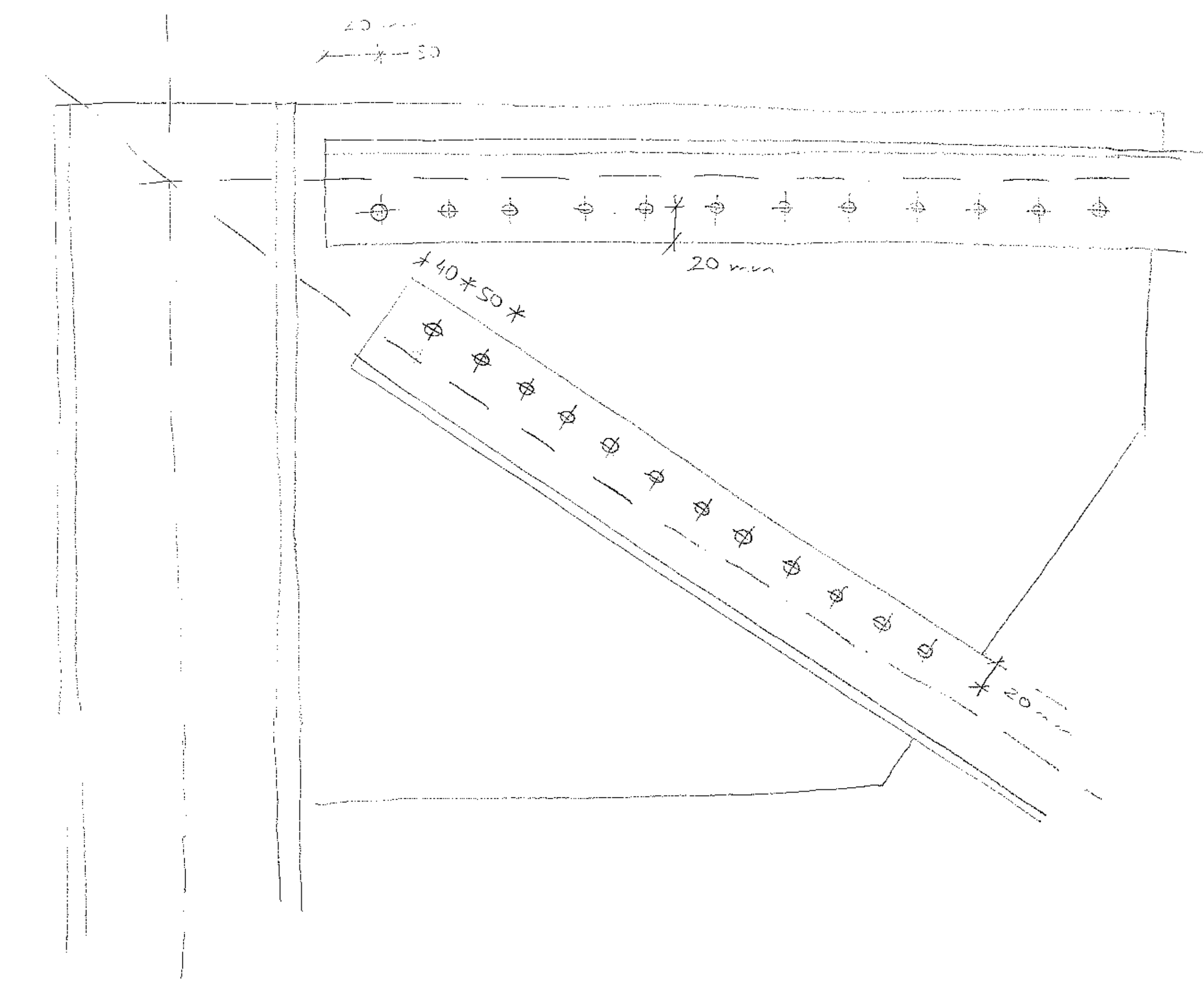
2.5. COMPROBACIÓN DE LA PIEZA TALADRADA:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{903 \cdot 2 \cdot 275}{1'05} = 473.000\ N$$

$$N_{pl,Rd} = 473.000 \ngtr 648.500\ N = F_{v,Ed}$$

ESTA ÚLTIMA COMPROBACIÓN NO SE CUMPLE. HABRÍA QUE REDIMENSIONAR LAS BARRAS, CIRCUNSTANCIA QUE QUEDA FUERA DE NUESTRO COMETIDO DADO QUE ES UN DATO DE ENUNCIADO.

2.6. DETALLE DE LA UNIÓN:



3. COMPROBAR EL PREDIMENSIONADO DEL SOPORTE ABC CONSIDERANDO LAS CONDICIONES DE ENLACE DE LA FIGURA:

3.1. SOLICITACIONES:

$$N_{Ed} = -400\ KN = 400.000\ N \quad (\text{Compresión})$$

$$M_{y\,Ed} = 0 \quad , \quad T_{z\,Ed} = 0$$

$$M_{z\,Ed} = 0 \quad , \quad T_{y\,Ed} = 0$$

3.2. COMPROBACIÓN A RESISTENCIA:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{400.000\ N}{1.126.190\ N} = 0'355 < 1 \quad \text{OK!}$$

3.3. COMPROBACIÓN A PANDEO:

$$N_{Ed} < N_{b,Rd}$$

$$N_{Ed} = 400.000\ N$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_{yd}$$

- LONGITUDES DE PANDEO:

$$L_{ky} = \beta_y \cdot L = 1 \cdot 5000 = 5000\ mm$$

$$L_{kz} = \beta_z \cdot L = 1 \cdot 2500 = 2500\ mm$$

- ESBELTEZ:

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{5000\ mm}{59'3\ mm} = 84'31$$

$$\lambda_z = \frac{L_{kz}}{i_z} = \frac{2500\ mm}{35'8\ mm} = 69'83$$

– ESBELTEZ REDUCIDA:

$$\overline{\lambda_y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_R} = \frac{84'31}{86'8} = 0'97 < 2 \quad \text{OK!}$$

$$\overline{\lambda_z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_R} = \frac{69'83}{86'8} = 0'80 < 2 \quad \text{OK!}$$

– COEFICIENTES χ:

$$\left.\begin{array}{l} \chi_y \text{ — CURVA } b \longrightarrow 0'60 \\ \chi_z \text{ — CURVA } c \longrightarrow 0'66 \end{array}\right\} \chi_{min} = 0'60$$

$$N_{b,Rd} = 0'60 \cdot 4300 \text{ mm}^2 \cdot \frac{275 \text{ N/mm}^2}{1'05} = 675.714'28 \text{ N}$$

$$N_{Ed} = 400.000 \text{ N} < 675.714'28 \text{ N} = N_{b,Rd} \qquad \text{OK!}$$

EL PERFIL PROPUESTO HEB-140 ES VÁLIDO.