

# Planta de Estructuras CAP

## Ejemplos aclaratorios

### Artículo I

#### CARGAS

*Combinaciones y efecto dinámico.*—En la base de una columna de edificio industrial, se tienen los siguientes efectos:

	Reacción vertical	Momento lateral	Esfuerzo corte trasver.	Esfuerzo corte longitud.
	V — Ton.	M—Ton. M	H — Ton.	H — Ton.
Peso propio .....	5,0	—	—	—
Viento transversal .....	6,0	35,0	4,7	—
Viento longitudinal .....	15,0	—	—	7,5
Grúa N.º 1-20 ton.....	30,0	22,0	3,0	—
Grúa N.º 2-10 ton.....	19,0	13,0	1,7	—
Grúas N.os 1 y 2 acopladas.....	45,0	32,0	4,4	—
Frenaje, grúas acopladas.....	6,4	—	—	6,4

Caso de cargas A:

1) Peso propio más grúa N.º 1:  $P = 5,0 + 1,25 \times 30,0 = 42,5$   
 $M = 22$   
 $HT = 3,0$

2) Peso propio y grúas acopladas:  $P = 5,0 + 45,0 = 50,0$   
 $M = 0,5 \times 45 = 22,5$   
 $HT = 0,5 \times 4,4 = 2,2$

Otras combinaciones, tales como peso propio solo, o peso propio y grúa N.º 2 pueden ser descartadas por inspección.

La combinación 1 también puede eliminarse.

Caso de carga B:

3) Combinación 2 y viento transversal:  $P = 0,75 (50,0 + 6,0) = 42,0$   
 $M = 0,75 (22,5 + 35,0) = 43,1$   
 $HT = 0,75 (2,2 + 4,7) = 5,2$

4) Combinación 2 y viento longitudinal:

$$P = 0,75 (50 + 15,0) = 48,8$$

$$M = 0,75 \times 22,5 = 16,8$$

$$H_t = 0,75 \times 2,2 = 1,6$$

$$H_1 = 0,75 \times 7,5 = 5,6$$

Caso de carga C:

5) Combinación 3 y viento longitudinal:

$$P = 0,67 (50,0 + 6,0 + 15,0) = 47,6$$

$$M = 0,67 (22,5 + 35,0) = 38,5$$

$$H_t = 0,67 (2,2 + 4,7) = 4,7$$

$$H_1 = 0,67 \times 7,5 = 5,0$$

6) Combinación 3 y frenaje: se puede eliminar por comparación con la combinación 5.

Lo probable es que la combinación 3 sea la crítica.

*Cargas alternativas:*

1) En un nudo de enrejado se tiene:

Compresión: 12.500 Kg.

Tracción :3.800.

$P = 12.500 + 1.900 = 14.400$  comp. para menos de 100.000 repeticiones.

$P = 1,33 \times 13.400 = 17.900$  para más de 100.000 repeticiones.

2) En una base de columna se tiene el siguiente efecto sísmico:

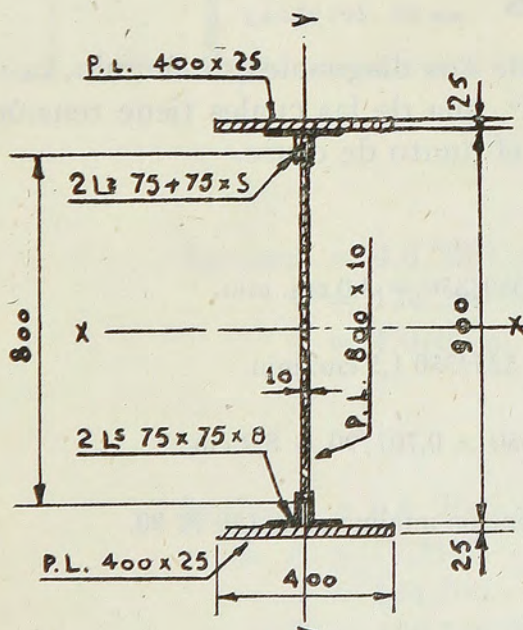
$$M = \pm 86 T - M$$

Momento de diseño:  $M = 86 + 0,5 \times 86 = 129 T - M$ .

## Artículo II

### FATIGAS

Verificar la columna remachada de acero A42S de la figura:



$$P = 85 T$$

$$M_x = 60 T - M$$

$$M_y = 3,5 T - M$$

Longitud libre de pandeo, eje x:  $l_x = 25,6$  m.

Longitud libre de pandeo, eje y:  $l_y = 9,5$  m.

Area:  $A = 326$  cm.<sup>2</sup>

Módulo de flexión, eje x:  $S_x = 12.800$  cm.<sup>3</sup>

Módulo de flexión, eje y:  $S_y = 1.400$  cm.<sup>3</sup>

Radio de giro, eje x:  $r_x = 432$  cm.

Radio de giro, eje y:  $r_y = 9,3$  cm.

Momento de inercia del ala:  $I = 14.100$  cm.<sup>3</sup>

Para el momento de inercia del ala se considera únicamente el ala horizontal de los ángulos.

$$1_x/r_x = 2.560/43,2 = 59$$

$$1_y/r_y = 950/9,3 = 102 \quad \lambda = 102 \quad F_0 = 842 \text{ Kg./cm.}^2$$

$$t = 10 \times 14.100/40^3 = 2,2$$

$$r' = 40 \times 2,2/92 = 0,96 \quad \lambda' = 950/0,96 = 990 \quad F_x = 840.000/990 = 848 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 1.400 \text{ Kg./cm.}^2$$

$$f_0 = 85.000/326 = 261 \text{ Kg/cm.}^2 \quad f_0/F_0 = 261/842 = 0,310$$

$$f_x = 6.000.000/12.800 = 478 \text{ Kg/cm.}^2 \quad f_x/F_x = 478/848 = 0,551$$

$$f_y = 350.000/1.400 = 250 \text{ Kg/cm.}^2 \quad f_y/F_y = 250/1.400 = 0,179$$

$$1,040 > 1$$

La columna está 4% sobrecargada.

### Artículo III

#### DEFORMACIONES

Una viga simple de 5 m. de luz, soporta en su centro un motor de 1.200 rpm y 2.000 Kg. de peso. Las características de la viga son:

$$I_y = 87.000$$

$$I_x = 12.000$$

Se desea verificar la resonancia

$$\Delta y = 2.000^3 \times 500'/48 \times 2.100.000 \times 87.000 = 0,143 \text{ cm,}$$

$$\Delta x = 2.000^3 \times 500'/48 \times 2.100.000 \times 19.000 = 1,035 \text{ cm'}$$

$$\Delta = 90.000/1.200^2 = 0,625 \text{ cm.}$$

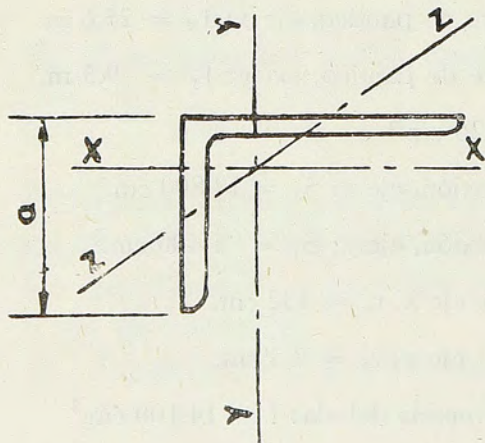
No hay peligro de resonancia. Sin embargo la viga es flexible en el sentido horizontal, y durante la partida se producirá resonancia a la siguiente velocidad crítica:

$$n = \sqrt{90.000/1.035} = 289 \text{ rpm.}$$

### Artículo IV

#### ESBELTECES

Se pide determinar la dimensión mínima de dos diagonales de ángulo, cruzadas, de 10,5 m. de longitud, inclinadas a 45°, una de las cuales tiene tensión y la otra compresión, con un solo remache en el punto de cruce.



$$r_x = 1.050/350 = 3,0 \text{ cm. min.}$$

$$r_z = 525/350 = 1,5 \text{ cm. min.}$$

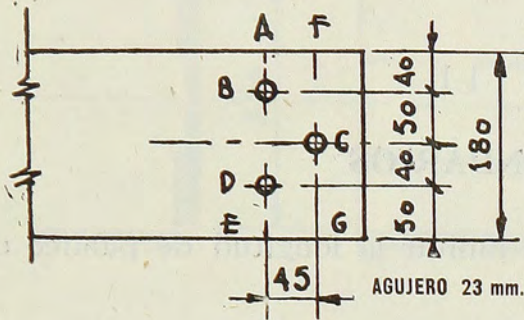
$$a = 1.050 \times 0,707/90 = 8,2 \text{ cm.}$$

La dimensión mínima es L 130 × 90.

Artículo V

AREA UTIL

- Determinar el área neta de la planchuela de 8 mm. de la figura:



Cadena ABDE:

$$b = 18 - 2 \times 2,3 = 13,4$$

Cadena ABCG:

$$b = 18 - 2 \times 2,3 + 4,5^2 / 4 \times 5 = 14,4$$

Cadena FCDE:

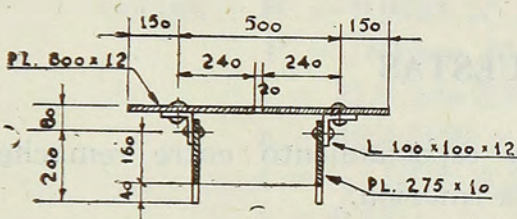
$$b = 18 - 2 \times 2,3 + 4,5^2 / 4 \times 4 = 14,7$$

Cadena ABCDE:

$$b = 18 - 3 \times 2,3 + 4,5^2 / 4 \times 5 + 4,5^2 / 4 \times 4 = 13,3 \text{ crítica}$$

$$A = 13,3 \times 0,8 = 10,6 \text{ cm}^2$$

- Determinar el área útil en compresión de la sección compuesta indicada.



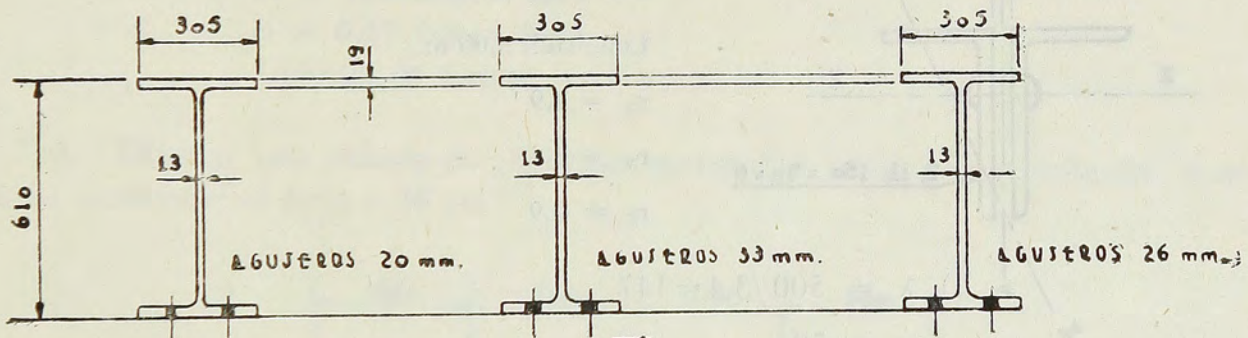
Ala, fuera de los remaches:  $b = 16 \times 12 = 190 > 150$

Ala, entre remaches:  $b = 40 \times 12 = 480 > 500$

Alma:  $b = 16 \times 10 = 160$

La sección útil se muestra hachurada.

- Determinar el módulo de flexión de las secciones indicadas:



Sección 1

$$\text{Agujeros} = 4,0 / 30,5 = 13\%$$

$$I = 124.200 \text{ cm}^4 \text{ Sección total}$$

$$S = 4.070 \text{ cm}^3$$

Sección 2

$$\text{Agujeros} = 6,6 / 30,5 = 21,6\%$$

$$\Delta A = (0,216 - 0,15) 30,5 \times 1,9 = 3,8 \text{ cm}^2$$

$$I = 124.200 - 3,8 \times 30,5^2 = 120.700 \text{ cm}^4$$

$$S = 120.700 / 30,5 = 3.950 \text{ cm}^3$$

## Sección 3

$$\text{Agujeros} = 5,2/30,5 = 17,0\%$$

$$\Delta A = 0,02 \times 30,5 \times 1,9 = 1,15 \text{ cm.}^2$$

$$I = 124.200 - 2 \times 1,15 \times 30,5^2 = 122.100 \text{ cm.}^4$$

$$S = 122.100/30,5 = 4.000 \text{ cm.}^3$$

## Artículo VIII

## ELEMENTOS SECUNDARIOS

Se desea calcular un puntal destinado a limitar la longitud de pandeo de la columna del ejemplo del artículo II.

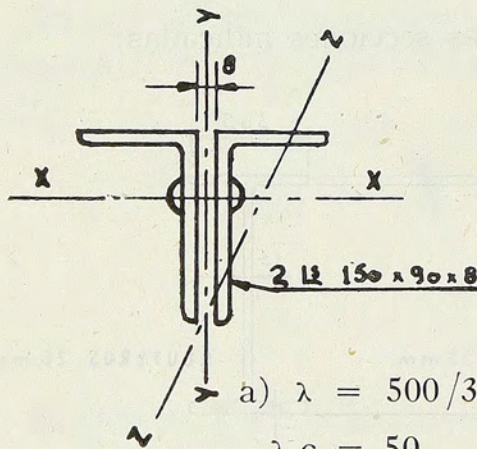
La compresión en el puntal es:

$$P = 0,0125 \times 326 \times 1.400 = 5.700 \text{ Kg.}$$

## Artículo IX

## COLUMNAS COMPUESTAS

1.—Determinar la esbeltez equivalente y espaciamiento entre remaches del perfil indicado, a) a la compresión y b) a la tracción.



$$2 \text{ L s } 150 \times 90 \times 8$$

$$\text{Longitud: } 5,00 \text{ m.}$$

$$r_x = 4,9$$

$$r_y = 3,4$$

$$r_z = 0,9$$

$$\text{a) } \lambda = 500/3,4 = 147$$

$$\lambda_c = 50$$

$$\text{Espaciamiento entre remaches} = 50 \times 0,9 = 45 \text{ cm.}$$

$$n = \sqrt{90.000/1.035} = 289 \text{ rpm.}$$

$$\lambda' = \sqrt{147^2 + 50^2} = 155$$

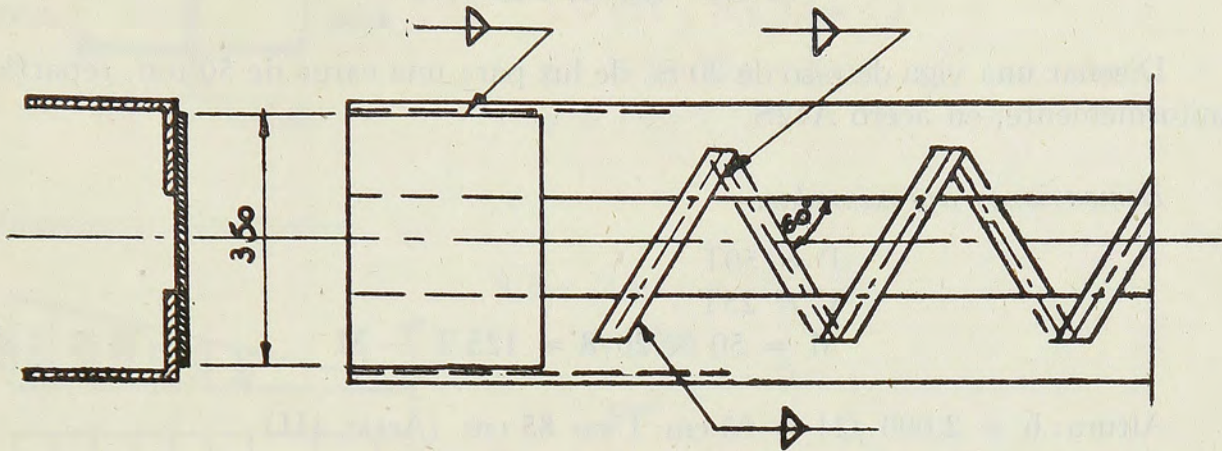
$$\text{b) } \lambda = 147$$

$$\lambda_c = 0,75 \times 247 = 110$$

$$\lambda' = \sqrt{147^2 + 110^2} = 184$$

$$\text{Espaciamiento entre remaches} = 184 \times 0,9 = 166 \text{ cm.}$$

2. Diseñar la planchuela extrema y celosía de diagonales simples para la columna siguiente:

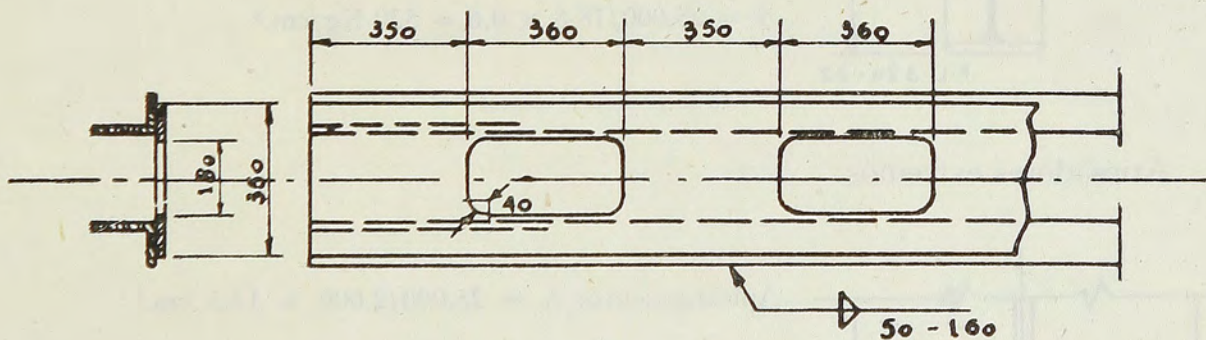


2 Ls.  $150 \times 90 \times 8$   
 $A = 18,5 \text{ cm}^2$   
 Acero A42S

Planchuela:  
 $d = 350 \quad t = 350/50 = 7$   
 Usar  $350 \times 7 \times 350$

Celosía:  $H = 0,0125 \times 18,5 \times 1.400 = 320 \text{ Kg.}$   
 $P = 160/\cos 30^\circ = 187$   
 $l = 35,0/\cos 30^\circ = 40,5 \text{ cm.}$   
 $r = 40,5/250 = 0,16 \text{ cm.}$   
 $t = \sqrt{12 \times 0,16} = 0,56. \text{ Usar } 6 \text{ mm.}$   
 $r = 0,17$   
 $\lambda = 237$   
 $F = 328 \text{ Kg./cm.}^2$   
 $A = 187/328 = 0,57$   
 $b = 0,57/0,6 = 0,95$   
 Usar  $25 \times 6 \text{ mm.}$

3. Diseñar una celosía de planchas perforadas para el caso anterior, si se desea aumentar el área a  $30 \text{ cm.}^2$



2 Ls.  $150 \times 90 \times 8 \text{ mm.}$   
 $A = 18,5$

$t = 350/50 = 7 \text{ mm.}$   
 Área neta =  $30 - 18,5 = 11,5 \text{ cm.}$   
 Ancho neto =  $11,5/0,7 = 16,5 \text{ cm. Usar } 17$   
 Ancho perforación =  $35 - 17 = 18 \text{ cm.}$   
 Largo perforación =  $18 \times 2 = 36 \text{ cm.}$   
 Espaciamiento =  $35 \text{ cm.}$

## Artículo X

## VIGAS COMPUESTAS

Diseñar una viga de piso de 20 m. de luz para una carga de 50 ton. repartida uniformemente, en acero A42S.

Dimensiones aproximadas:

$$P = 50T$$

$$V = 25T$$

$$M = 50 \times 20/8 = 125 T - M$$

Altura:  $h = 2.000 / 24 = 83 \text{ cm. Usar } 85 \text{ cm. (Artic. III)}$

Alma:  $A = 25.000 / 900 = 27,8 \text{ cm.}^2 \text{ (Art. II - 4)}$

$$t \approx 80 / 170 = 0,47. \text{ Usar } 6 \text{ mm.}$$

Alas:  $T \approx 125 / 0,8 = 156 T$

$$A = 156 / 1,4 = 112$$

8

$$- 1/6 \text{ Alma} = 80 \times 0,6/6 = \frac{\quad}{104} \text{ cm.}^2$$

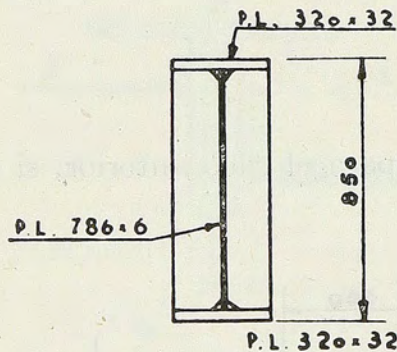
Usar  $320 \times 32 \text{ mm.}$

Soportes laterales en ala superior:  $r' = 32 \times 3,2/85 = 1,2$

$$600 \times 1,2 = 720$$

Usar 3 soportes a 6,67 m.

Diseño:



$$A = 252 \text{ cm.}^2$$

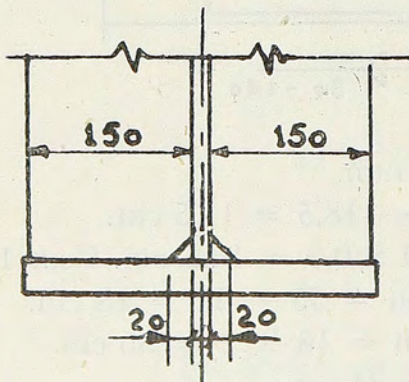
$$I = 445.000 \text{ cm.}^4$$

$$S = 10.460 \text{ cm.}^3$$

$$f = 12.500.000 / 10.460 = 1.195 \text{ Kg/cm.}^2$$

$$v = 25.000 / 78,6 \times 0,6 = 530 \text{ Kg/cm.}^2$$

Atiesadores extremos:



Aplastamiento:  $A = 25.000 / 2.000 = 12,5 \text{ cm.}^2$

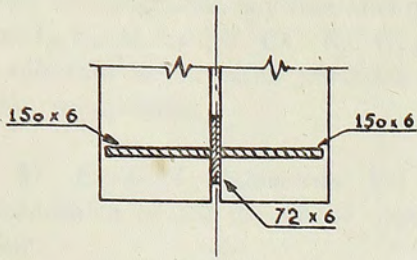
Tantear PL.  $150 \times 6 \text{ mm.}$  de extremos cepillados con recortes de 20 mm.

$$A = (30 - 4) 0,6 = 15,5 \text{ cm.}^2$$

Pandeo: Alma,  $12 \times 6 = 72 \text{ mm.}$

$$A = 30 \times 0,6 + 7,2 \times 0,6 = 22,4 \text{ cm.}^2$$

$$I = 0,6 \times 30^3 / 12 = 1.350$$



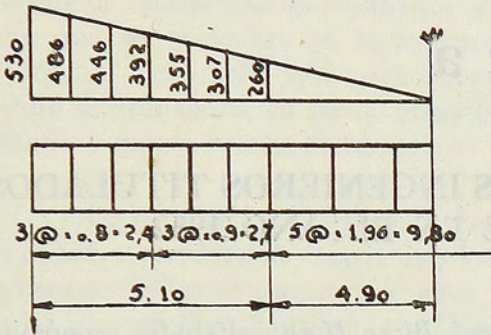
$$r = \sqrt{1.350/22,4} = 7,8$$

$$\lambda = 0,75 \times 78,6/7,8 = 7,5$$

$$f = 25.000/22,4 = 1.110$$

$$F = 1.397$$

Atiesadores intermedios:



$$h/t = 78,6/0,6 = 130 > 70$$

$$v = \frac{4.400.000}{130^2} = 260$$

Se necesitan en los 5,10 m adyacentes al extremo.

$$2.^{\circ} \text{ atiesador: } d = \frac{3.000 \times 0,6}{\sqrt{530}} = 78. \text{ Usar } 80.$$

$$3.^{\circ} \text{ atiesador: } f = 486 \\ d \approx 82. \text{ Usar } 80.$$

$$4.^{\circ} \text{ atiesador: } f = 446 \\ d \approx 85. \text{ Usar } 80.$$

$$5.^{\circ} \text{ atiesador: } f = 392 \\ d \approx 91. \text{ Usar } 90.$$

$$6.^{\circ} \text{ atiesador: } f = 355 \\ d \approx 95. \text{ Usar } 90.$$

$$7.^{\circ} \text{ atiesador: } f = 307 \\ d \approx 103. \text{ Usar } 90.$$

$$\text{Ancho: } 50 + 786/30 = 76 \text{ mm.}$$

$$\text{Espesor: } 76/16 = 4,8.$$

$$\text{Usar } 80 \times 6 \text{ mm.}$$