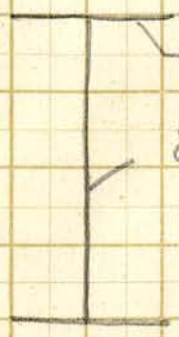
Sección de la viga principal



$S = 2\times 40\times 1{,}2 + 70\times 1{,}0 = 166\ cm^2$

$p = 166\times 7{,}85 = 130\ Kg/m$

$I_x = 2\times 40\times 1{,}2\times 35{,}6^2 = 121.000\ cm^4$

$\frac{1{,}2\times 70^3}{12} = 35.000\ "$

$156.000\ cm^4$

Carga por flexión $= \frac{27.000\times 100\times 36{,}2}{156.000} = 600\ Kg/cm^2$

" " compresión $= \frac{63.000}{166} = 380\ "$

$980\ "$

Carga admisible por pandeo $= \frac{10}{5}\times\frac{2100.000\times 136^2}{2548} = 100.000\ Kg$

Para el pandeo en sentido horizontal suponiendo que arriostramiento al 1/3 de los 25,48 m., tenemos:

$I_y = 2\times 1{,}2\times\frac{40^3}{12} = 1280{,}0\ cm^4$

$I = 11.800\ cm^4$

$P = \frac{10}{5}\times\frac{2100.000\times 12.800}{850^2} = 70.000\ Kg.$

Tirante

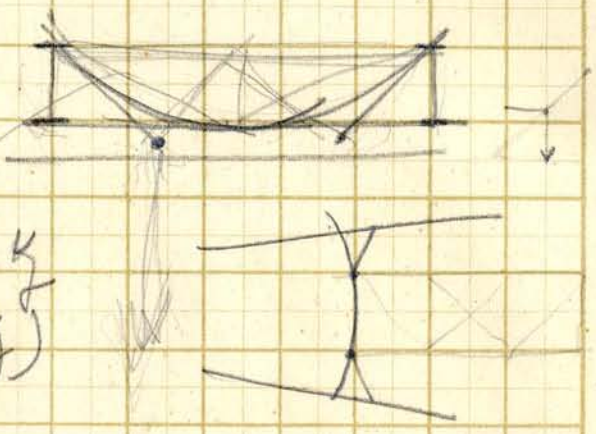
La tensión, obtenida gráficamente, para la carga vertical de 19.730 Kg vale 65.000 Kg. Se adoptan 2 L de 22.

No se tiene en cuenta el viento de abajo a arriba, pues con una intensidad de 60 Kg/m² está compensado con el peso propio.

EDUARDO TORROJA. OFICINA TECNICA HOJA N.°

Carril grua

$l = 12{,}00$ mt. $P = 1$ ton



Tirante a 1/3

$M_f = 1 \text{ ton} \cdot \frac{4}{4} + 2 \text{ ton} \times \frac{4^2}{8} = 9{,}60 \text{ m t}$

$W = \frac{9600}{1000} = 96$. I. 16 (18 Kg)

Carga en el tirante = $8 \times 1{,}8 + 1 \text{ ton} = 11{,}50$

Tension en el tirante $1{,}150 \times 1{,}41 = 1640$ Kg = 1 ϕ 15

3 ton, 00

Se supone una I continua, de 12 mts de luz en cada vano, con una sola carga movil de 1 ton/ (tomamos 1.200 kg para tener en cuenta el peso de la grua).

0,17

$M_c = 1{,}200 \text{ kg} \times 12 \times 0{,}17 = 2450 \text{ m kg}$

$W = \frac{M_c}{A} = \frac{2450 \times 100}{1200} = 205 \text{ cm}^3$ ~~I. P. 20 (26,3) Kg~~

1 ton, 00, 00, 00
100, 00, 00, 00

Calculamos la placa como si se tratase de una viga apoyada, y dejamos una holgura igual a ella entre la chapa y el carril, para evitar que al actuar la carga en un vano, el carril del contiguo empuje a la chapa hacia arriba.

78,8 Kg
24-5-4679

$$f = \frac{1}{48} \times \frac{1200 \times 1200^3}{2100{,}000 \times 425} = \frac{2.060.000.000.000}{21.500.000{,}000} = 4{,}8 \text{ cm.}$$

Tomando un perfil I 24 de 36 Kg.

Anillo de sujeción del tirante

$$\text{Tensión centrífuga} = \frac{63.000 \times 15}{6,28 \times 3,80} = 42000 \text{ Kg m/l}$$

Tensión anular = $42000 \times 3,8 = 160.000$ Kg.

ósea 120 cm² ó L. 30 cm 2 platabandas de $30 \times 1,2$ ⫢ en total 104,6 Kg m/l

Carril superior de las puertas

Suponiendo en un vano de 14 mt, las puertas cerradas y actuando sobre ellas un viento a razón de 100 Kg/m²; tendremos un empuje de $100 \times 4 = 400$ Kg m/l.

La tensión en el tirante, suponiendo un arco de tres articulaciones, es aproximadamente

$$T = \frac{\frac{14}{2} \times 400}{\operatorname{tg} 11°25} = \frac{2800}{0,20} = 14000 \text{ Kg} \cong 2\phi 30$$

Hangar

Cubicación aproximada

Chapa de cubierta	$= 3{,}14(\overline{35{,}28}^2 - \overline{3{,}8}^2) = 3.850\ m^2 \times 15{,}7$	$= 61.000$ kg
Nervios idem	$= 3.850 \times 7{,}20$	$= 28.000$ "
Vigas principales	$= 71{,}50 \times 16 \times 130$	$= 66.000$ "
Tirante	$= 27{,}7 \times 16 \times 58{,}8$	$= 26.400$ "
Carril grua	$= 6{,}28 \times 28{,}8 \times 36$	$= 6.500$ "
Carril puertas	$= 6{,}28 \times 35{,}28 \times 50$	$= 11.200$ "
arriostramiento horizontal	$= 700\ \phi 25$	$= 2.700$ "
anillo superior	$= 3.14 \times 7.9 \times 104{,}6$	$= 2.600$ "
" inferior	$= 3{,}14 \times 7{,}9 \times 57{,}0$	$= 1420$ "
Carril inferior puerta	$= 6.28 \times 35{,}28 \times 35$	$= 7.800$ "
Tirantes del carril superior	$= 450\ \phi 70$	$= 2.500$ "
	Puertas $\simeq$	216.120,00 60.000,00
		276.120,00 kg

Hay que añadir refuerzos del alma de las vigas pales 400 L $\frac{50 \times 5}{5}$ 1.550,00 kg

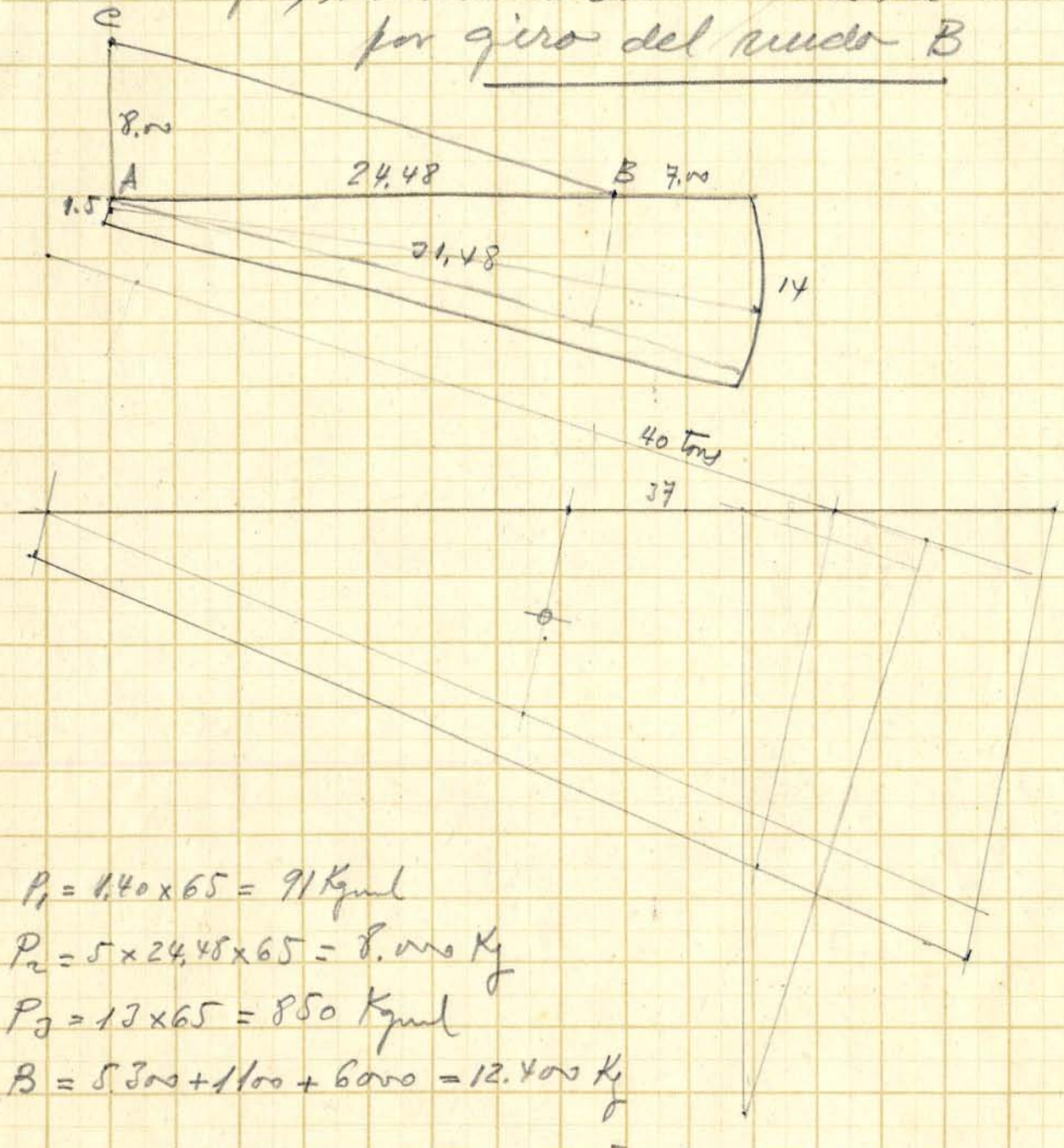
" " " 2% para cartela y remaches 5.000,00

Se puede reducir los hierros de la chapa a 1.10 que pesarían 18.500,00

Se pue reducir en ½ ton el Tirante (trabajando a 12)

Total 269.170,00 kg

Calculo de la flecha en el extremo de la viga, sin tener en cuenta la reducción por giro del nudo B



$P_1 = 1.40 \times 65 = 91$ Kg/ml

$P_2 = 5 \times 24.48 \times 65 = 8.000$ Kg

$P_3 = 13 \times 65 = 850$ Kg/ml

$B = 5.300 + 1100 + 6000 = 12.400$ Kg

$$f_1 = \frac{1}{8}\frac{Pl^3}{EI} = \frac{1}{8} \times \frac{12400 \times 700^3}{210.000 \times 10.000} = \frac{4.000.000.000}{1.600.000.000} = 2.7$$

$$\Delta_{CB} = \frac{1.20}{210.000} \times 2600 = 1.5 \text{ cm}$$

$$\Delta_{AB} = \frac{1.20}{210.000} \times 2500 = 1.4 \text{ cm}$$

$$F = 9.4 + 2.7 = 12.1$$

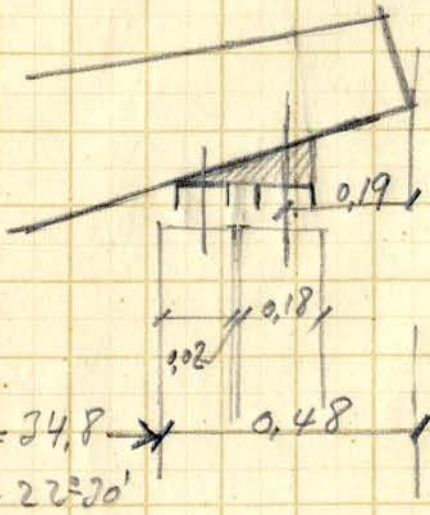
384.503
7-12-39.

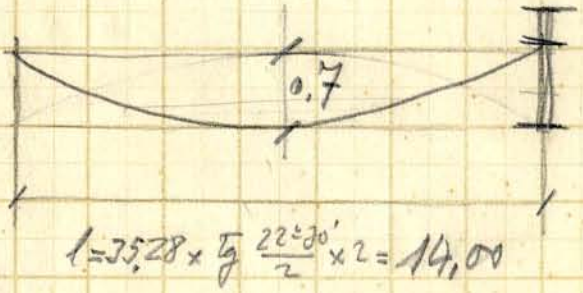
Hangar circular

Segundo tanteo de la estructura del Hangar

Plano
(384.207)

384.503
7-12-39





Chapa de la cubierta

l = 14,00 Sobrecarga = 65 Kg/m²

f = 0,70

peso de la chapa = 15,70 Kg/m²

$H = \frac{81 \times 14,0^2}{8 \times 0,70} = 2850$ Kg/ml $= \frac{2850}{0,2 \times 100} = 142$ Kg/cm²

Nervios de la cubierta

Luz media = 7,75, separación = 2,00 mts.

p = 2 × 95 = 190 Kg/ml

$M_f = 190 \times \frac{7,75^2}{10} = 1140$ m Kg

Trabajando a 14 Kg/cm² puede tomarse I. 14 (14,4 Kg/ml)

Nota del Sr. Cervera. 33

Chapa de 2 m/m: ancho máximo 1.25;
largo 4 a 4.5 metros.

Chapa de 4 m/m: ancho máximo 1.400
largo 4 a 4.5 metros.

Llamó el Sr. Sastrón. No dijo ningún recado

Viga principal

Peso de la chapa = 16 Kg/m²
" " los nervios = 7,2 "
Carga de nieve = 65,0 "
88,2 "

Peso aproximado de la viga 150,0 m/m

Voladizo de 7 m/m

Momento en el arranque del voladizo = $\left[(12,5 \times 88,2) + 140\right] \times \frac{6,5^2}{2} = 27{,}0$ m/m Kg

Esfuerzo cortante en el " " " = $\left[(12,5 \times 88,2) + 140\right] \times 6,5 = 8{,}7$ m/m Kg

Momento en el centro de la viga = $\left[(6,25 \times 88,2) + 140\right] \times \frac{24,98^2}{8} - 27{,}0$ m/m = 26,5 m/m Kg

E. Cortante en el arranque de la viga (Tirante) = $695 \times 24,98 \times \frac{2}{5} = 11{,}5$ m/m Kg

Peso aproximado del Tirante = 55 Kg/m/l

Valor del viento de abajo a arriba en el punto de arranque del tirante = $\frac{8+14}{2} \times 11,2 \times 60 = 7{,}4$ m/m Kg

~~Peso de chapa viga y tirante en el mismo punto~~ = ~~122 × 23,2 = 2820~~ / 140 × 11,2 = 1550 / 55 × 14,0 = 780 } 5.150 Kg

~~Carga necesaria para compensar el viento = 7.400 − 5.150 = 2.250 Kg~~

Carga total en el Tirante:

Chapa y nervios	= 23,2 × 11 × 14,50	= 3,7 m/m
Viga	= 140 × 14,50	= 2,050
Tirante	= 55 × 14,0 m/m	= 780
Carril grua	= 50 × 12	= 600
Carga idem		= 1 m/m
Carril puente	= 50 × 14	= 700
		= 500
Nieve	= 65 × 11 × 14,5	= 10.400
		19.730 Kg

10

Soldaduras del Hangar circular

12.763,00 mts. l. de cordón de 5 m/m de sección media

50540 electrodos tamaño de 2,5 a 5 m/m.

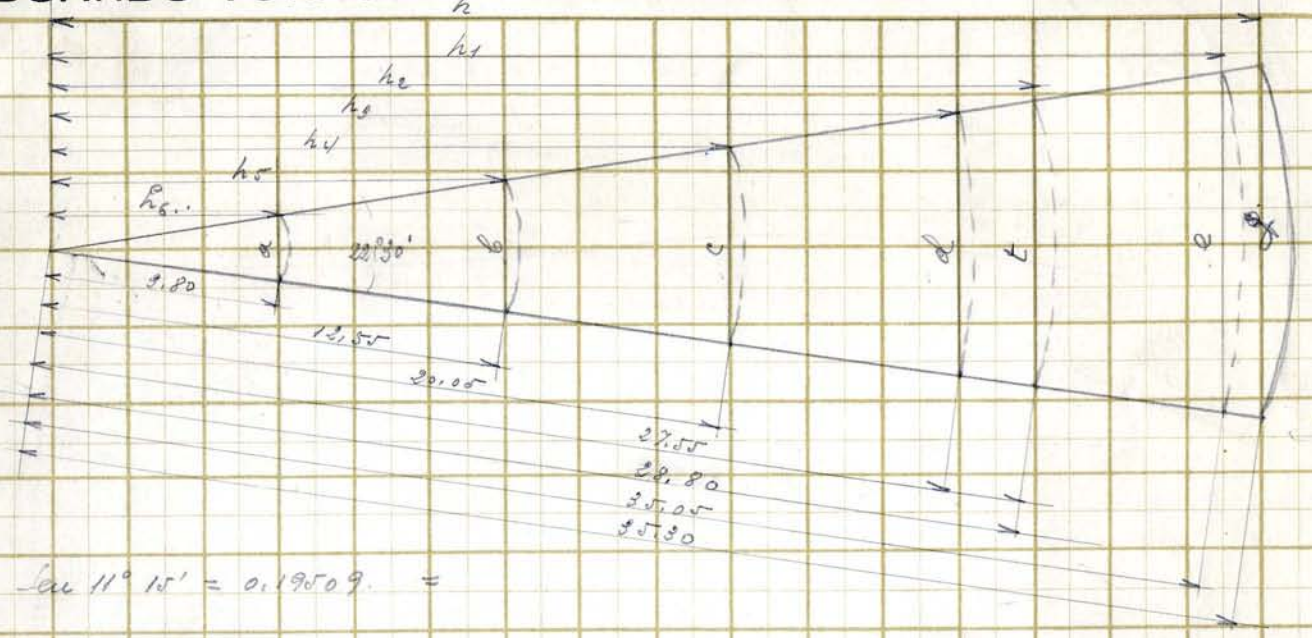
ESAB IBERICA S. A.

CUBIERTA CIRCULAR PARA HANGAR

Situación	Número de piezas	Forma de la sección	Dimensiones en m/m.	Longitud de una pieza m.	Peso por m. l.	Peso total Kgs.
Aro superior	2	Plano	300x12	24,50	28,26	1.385
" "	1	U	30	24,80	47,65	1.182
Aro inferior	1	U	30	24,20	47,65	1.153
Vigas radiales	16	Plano	800x10	31,50	62,80	31.651
" "	32	"	400x12	31,55	37,68	38.042
Tirantes	32	U	22	27,-	29,40	25.402
Carril grua	1	I	24	180,50	36,20	6.534
Carriles puertas	1	U	14	219,-	16,01	3.506
" "	1	U	14	222,-	16,01	3.554
" "	1	I	14	220,-	14,04	3.168
Arriostramiento	16	Redondo	Ø=25	8,70	3,85	536
"	16	"	Ø=25	5,10	3,85	314
"	16	"	Ø=25	8,90	3,85	548
"	16	"	Ø=25	8,25	3,85	508
"	16	"	Ø=25	12,20	3,85	752
"	32	"	Ø=30	13,60	5,55	2.415
Correas	16	I	10	2,-	8,32	266
"	16	I	10	2,85	8,32	379
"	16	I	10	3,60	8,32	479
"	16	I	10	4,40	8,32	586
"	16	I	10	5,30	8,32	706
"	16	I	10	6,20	8,32	825
"	16	I	10	6,90	8,32	919
"	16	I	10	7,80	8,32	1.038
"	16	I	10	8,50	8,32	1.132
"	16	I	10	9,40	8,32	1.251
"	16	I	10	10,30	8,32	1.371
"	16	I	10	11,-	8,32	1.464
"	16	I	10	11,80	8,32	1.571
"	16	I	10	12,60	8,32	1.677
"	16	I	10	13,40	8,32	1.784
"	16	I	14	14,50	14,04	3.341
Cubierta	16	Chapa	5000x1000x3		117,75	1.884
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	112	"	5000x1000x3		117,75	13.188
"	352	"	5000x1000x3		117,75	41.448
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	32	"	5000x1000x3		117,75	3.768
"	16	"	5000x1000x3		117,75	1.884
"	80	"	5000x1000x3		117,75	9.420
"	144	"	3000x1200x3		84,78	12.208
Frente	49	"	5000x1000x3		117,75	5.770
					suma y sigue	247.849

suma anterior	247.849
5%	12.392
Total	260.241 Kgs.

NOTA: En la chapa de 3 m/m el peso se entiende por unidad.



Sen 11° 15' = 0,19509 =

× $a = 2 \times 3,80 \times 0,19509 = 1,483$ m. $\quad h_6 = \sqrt{3,80^2 - 0,7415^2} = \sqrt{13,8902} = 3,726$

× $b = 2 \times 12,55 \times 0,19509 = 4,897$ m. $\quad h_5 = \sqrt{12,55^2 - 2,4485^2} = \sqrt{151,5074} = 12,308$

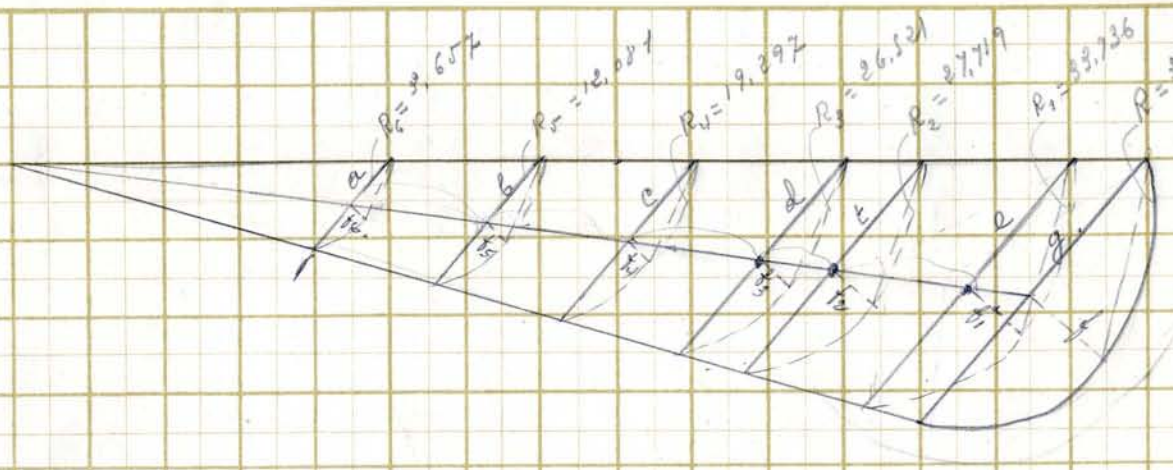
× $c = 2 \times 20,05 \times 0,19509 = 7,823$ m. $\quad h_4 = \sqrt{20,05^2 - 3,9115^2} = \sqrt{386,7032} = 19,66$

× $d = 2 \times 27,55 \times 0,19509 = 10,749$ m. $\quad h_3 = \sqrt{27,55^2 - 5,3745^2} = \sqrt{730,1173} = 27,02$

$t = 2 \times 28,80 \times 0,19509 = 11,237$ m $\quad h_2 = \sqrt{28,80^2 - 5,6185^2} = \sqrt{797,8725} = 28,24$

× $e = 2 \times 35,05 \times 0,19509 = 13,676$ m $\quad h_1 = \sqrt{35,05^2 - 6,8380^2} = \sqrt{1181,7443} = 34,37$

$g = 2 \times 35,30 \times 0,19509 = 13,773$ m. $\quad h = \sqrt{35,30^2 - 6,8865^2} = \sqrt{1198,6662} = 34,62$



flechas.

$$f = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = 33,981 - \sqrt{33,981^2 - 6,8865^2} = R - \sqrt{1107,28448} = 0,705$$

$$f_1 = R_1 - \sqrt{R_1^2 - \left(\frac{e}{2}\right)^2} = 33,736 - \sqrt{33,736^2 - 6,8380^2} = R_1 - \sqrt{1091,35945} = 0,700$$

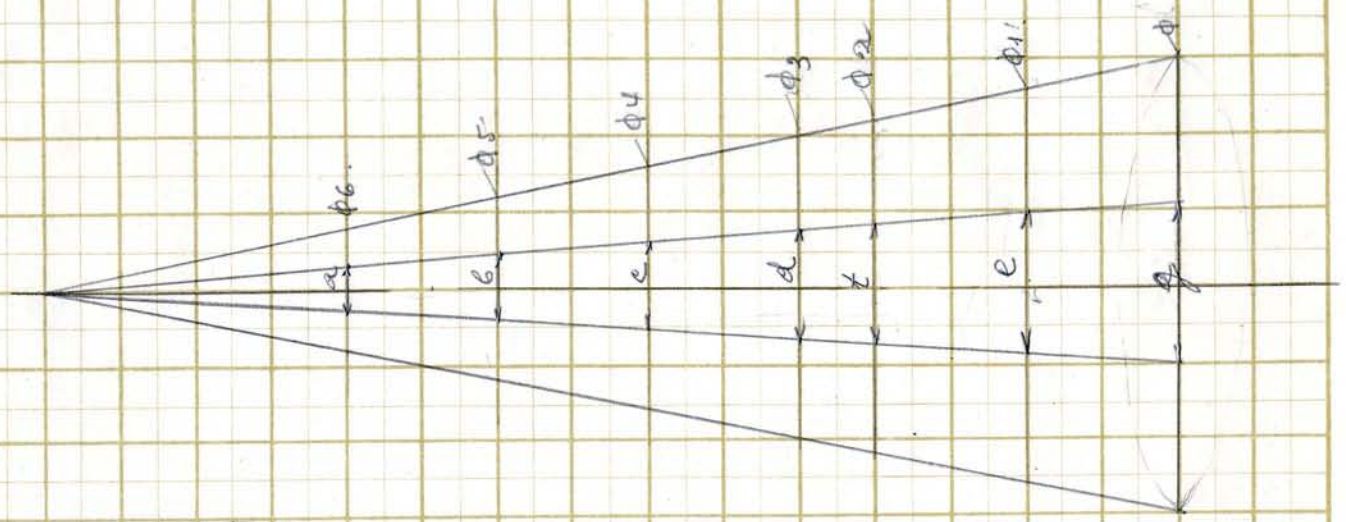
$$f_2 = R_2 - \sqrt{R_2^2 - \left(\frac{f}{2}\right)^2} = 27,719 - \sqrt{27,719^2 - 5,6185^2} = R_2 - \sqrt{736,775419} = 0,576$$

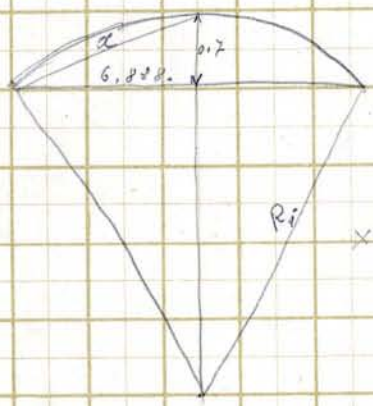
$$f_3 = R_3 - \sqrt{R_3^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2} = 26,521 - \sqrt{26,521^2 - 5,3745^2} = R_3 - \sqrt{674,478191} = 0,549$$

$$f_4 = R_4 - \sqrt{R_4^2 - \left(\frac{c}{2}\right)^2} = 19,397 - \sqrt{19,397^2 - 3,9115^2} = R_4 - \sqrt{357,074377} = 0,401$$

$$f_5 = R_5 - \sqrt{R_5^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^2} = 12,081 - \sqrt{12,081^2 - 2,4485^2} = R_5 - \sqrt{139,955409} = 0,251$$

$$f_6 = R_6 - \sqrt{R_6^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = 3,657 - \sqrt{3,657^2 - 0,7415^2} = R_6 - \sqrt{12,823807} = 0,076$$





$\frac{x}{R} = \frac{0.7}{\frac{1}{2}x}$; $x = \sqrt{0.7^2 + 6.838^2} = 6.873$

$\frac{x}{2} = 3.436$ m.

$R_1 = \frac{6.873 \times 3.436}{0.7} = 33,736$. $\phi_1 = 2R = 67,472$ m.

$\phi_2 = \frac{h_2 \phi_1}{h_1} = \frac{24.24 \times 67,472}{34.37} = \frac{1905,40928}{34.37} = 55,438$ $R_2 = 27,719$

$\phi_3 = \frac{h_3 \phi_1}{h_1} = \frac{27.02 \times 67,472}{34.37} = \frac{1823,09344}{34.37} = 53,043$ $R_3 = 26,521$

$\phi_4 = \frac{h_4 \phi_1}{h_1} = \frac{19.66 \times 67,472}{34.37} = \frac{1326,49952}{34.37} = 38,594$ $R_4 = 19,297$

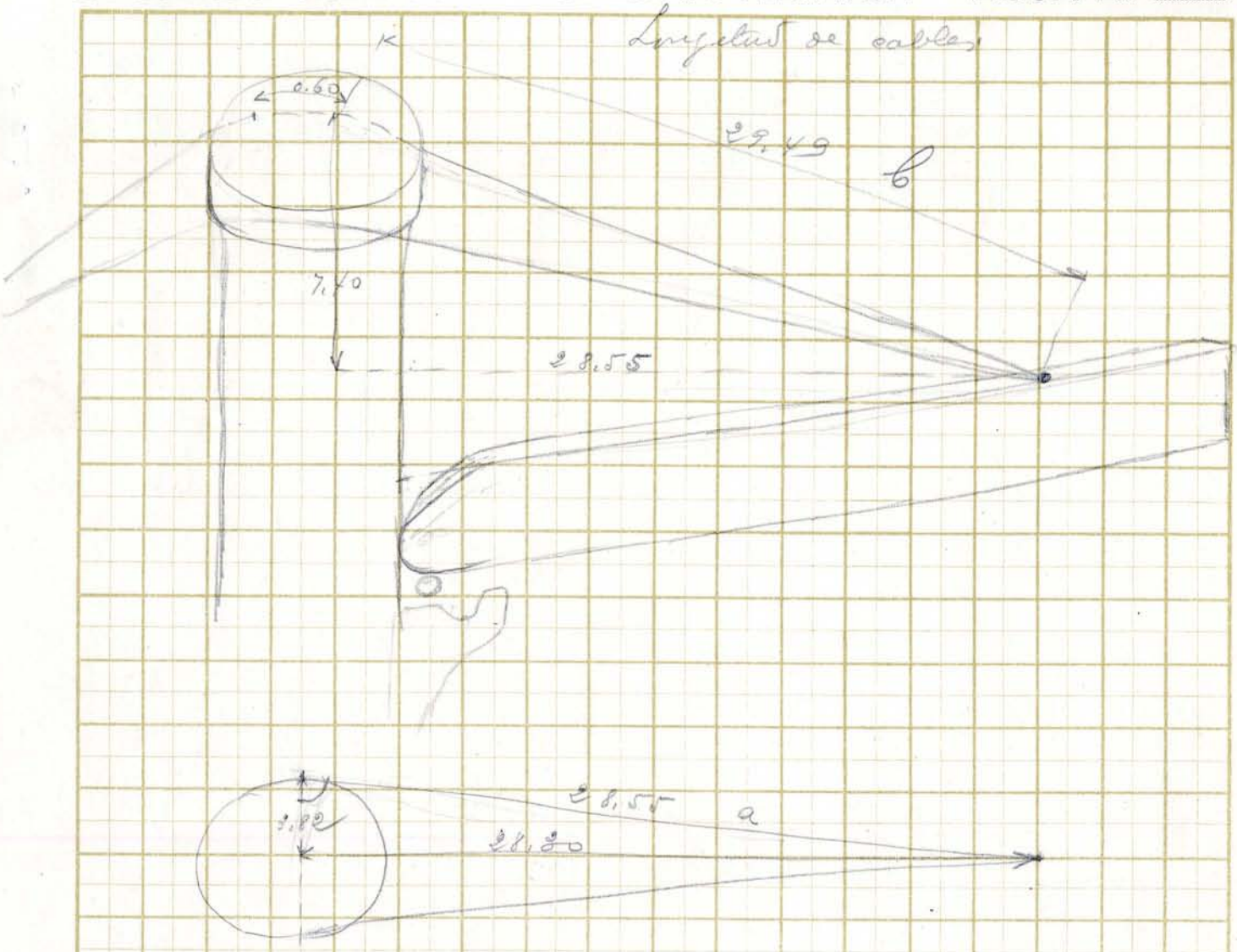
$\phi_5 = \frac{h_5 \phi_1}{h_1} = \frac{12.308 \times 67,472}{34.37} = \frac{830,44537}{34.37} = 24,162$ $R_5 = 12,081$

$\phi_6 = \frac{h_6 \phi_1}{h_1} = \frac{3.726 \times 67,472}{34.37} = \frac{251,40067}{34.37} = 7,314$ $R_6 = 3,657$

$\phi = \frac{h \phi_1}{h_1} = \frac{34.62 \times 67,472}{34.37} = \frac{2335,88064}{34.37} = 67,969$ $R = 33,981$.

EDUARDO TORROJA. OFICINA TÉCNICA HOJA N.° .....

Longitud de cable:



$a = \sqrt{9.82^2 + 28.80^2} = \sqrt{1459 + 829.89} = \sqrt{815,48} = 28,55$

$b = \sqrt{7.40^2 + 28.55^2} = \sqrt{54.76 + 815.10} = \sqrt{869,86} = 29,49.$

longitud del cable $29.49 \times 2 + 0.60 = 58,98 + 0.60 = 59,58$

Rotula ϕ 40 cm.

vuelo ϕ 8 cm.

$R^2 = 1138,117696$

1138,117696	1138,117696
0.549822	5995152
1137,567874	1132,122444

1.138,117696	1138,117696
15299832	28885250
1122,817864	1109,232446

1138.117696
31567542
1106,550154

$a = 33,736 - \sqrt{1137,567874}$

$b = 33.736 - \sqrt{1132,122444}$

$c = 33736 - \sqrt{1122,817864}$

$d = 33736 - \sqrt{1109,232446}$

$c' = 33736 - \sqrt{1.106\ 550154}$

$\sqrt{1122.817864} = 33,508$

$\sqrt{1106.550154} = 33.264$

$\sqrt{11,32.122444} = 33,647$

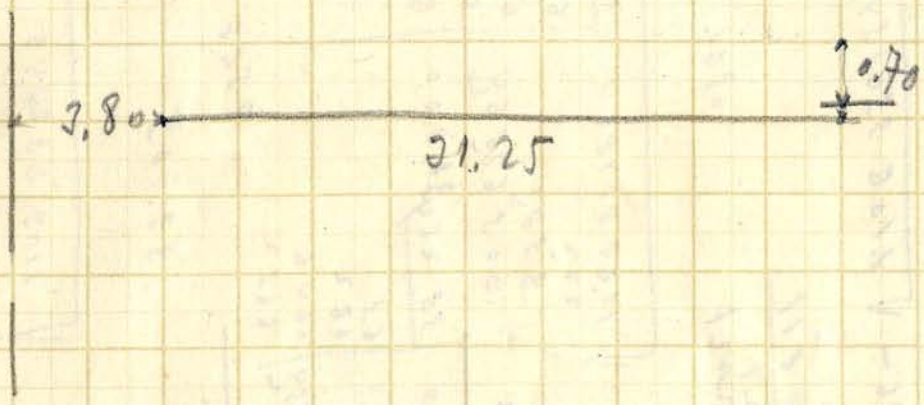
$\sqrt{11,37.567874} = 33,727$

$\sqrt{1109.232446} = 33,305$

33.709

33646
33736
0090

EDUARDO TORROJA. OFICINA TECNICA HOJA N.º



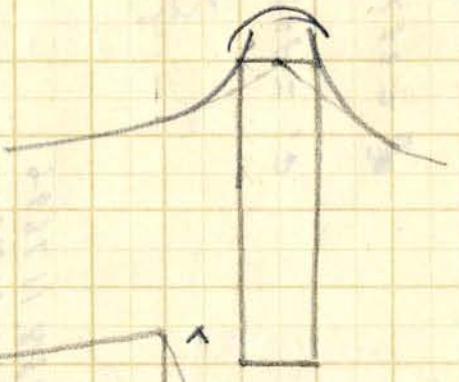
35.

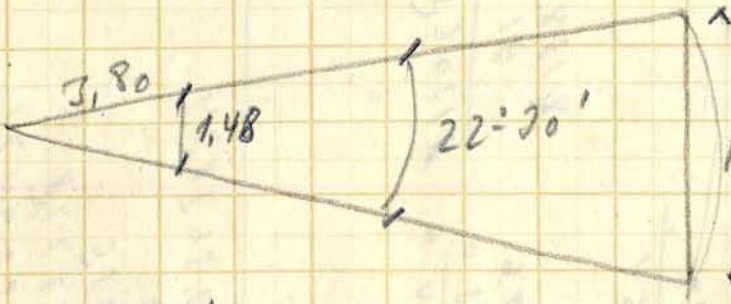
$h_1 - \phi_1$

$h_2 - \alpha$.

$\alpha = \frac{h_2 \phi_1}{h_1}$

700 6.95





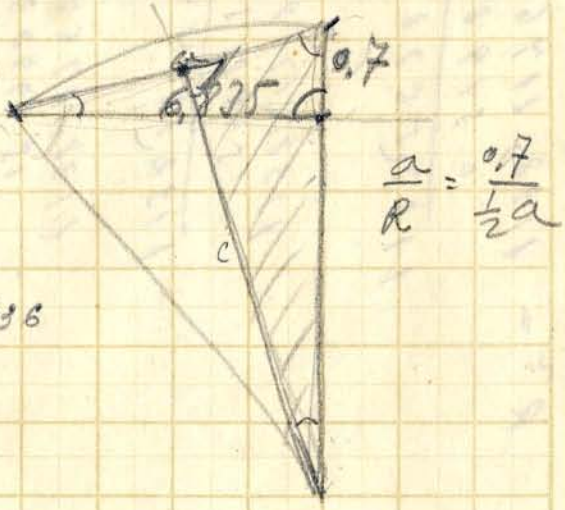
$a^2 + (r-0.7)^2 -$

$(r-0.7)^2 = a^2 + c^2$

$\operatorname{tg} 11°15' = 0,19509$

$2 \times 35,07 \times 0,19509 = 13676$

6.838.



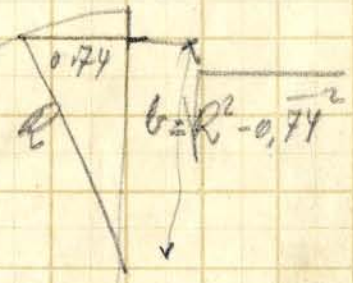
$\frac{a}{R} = \frac{0,7}{\frac{1}{2}a}$

$a = \sqrt{6.838^2 + 0.7^2} = 6.873 \quad \frac{a}{2} = 3,436$

$\frac{a}{2R} = \frac{0,7}{6835}$

$R = \frac{6.835\sqrt{6.835^2 + 0.7^2}}{0,70} = 67,10$

67,08



$\frac{a}{R} = \frac{0.7}{\frac{1}{2}a} \qquad \frac{6.873}{R} = \frac{0.7}{3.436}$

$R = \frac{6.873 \times 3.436}{0.7} = 33,736$ V

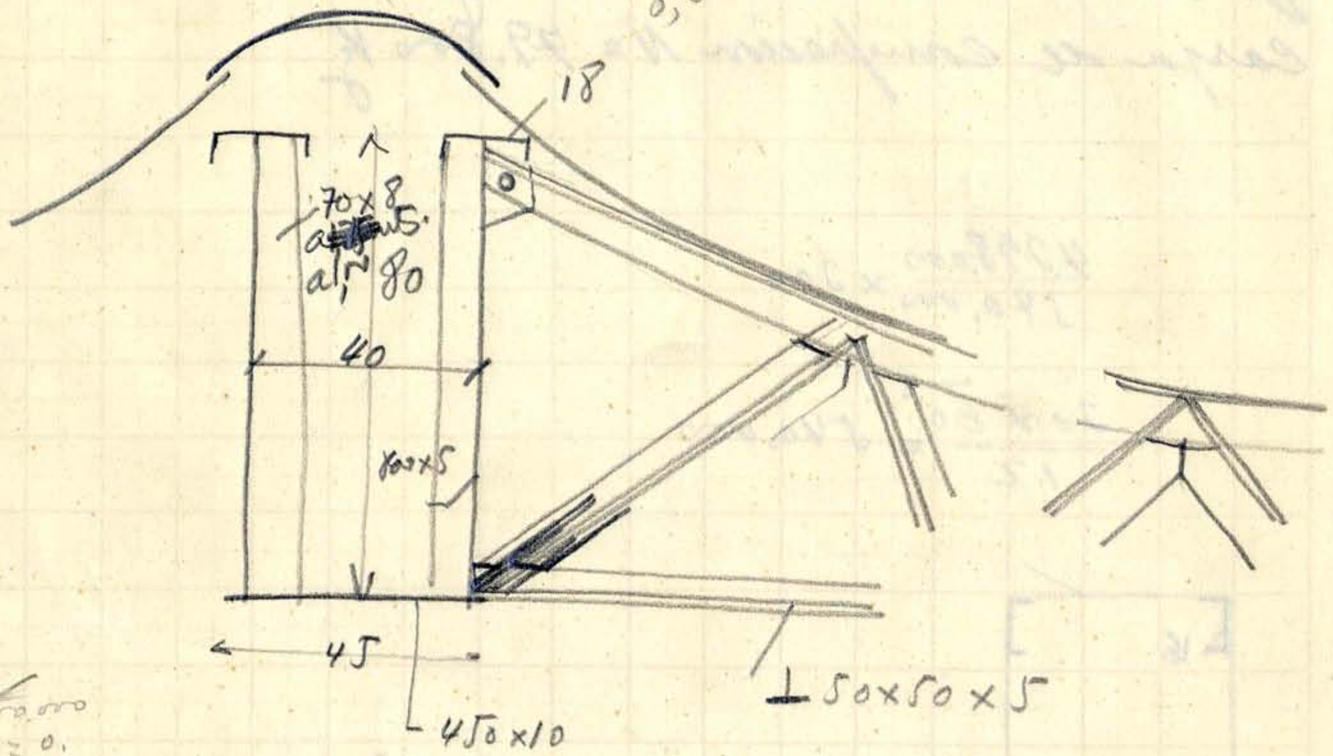
0.00168
0.00570
0.000133
0,05881 3

0.0007513
0.720800
– 0,713287

0,715
0.0058
0,7208

0.00785
0.715
0,72285
0.05881
0,66404

13.720
1368
4



21400.000 / 741 = 0.

31250
19700
11550
25400.000

14600.000 / 24

– 58.400 / 741 = 0.00785

56.700.000.0000

0,00168

4.225000 / 741000 = 0,0

0,9850 / 741000 = 0,000133

53.000.000 / 741000 =

31.5² = 990
31.5³ = 31.250
31.5⁴

53.000.000 / 16.700.000.000

980000
390000
590000
60
= 9850

70

990

31250
19700
11550

10.400.000 / 24

1410000

990
788
202

25.400.000

227

0,09850 / 741000 = 0,000

4.220.000 / 741000 = 0.057

737
5200
– 4.463

31250
15650
15600

517.5
2587

1565.

La sección de máximo momento útil que tenía $M = 4198$ mts kg una misma carga de compresión $N = 79.8$ ton Kg

$$\frac{4.198{,}000}{540.} \times 10 =$$

$$\frac{10 \times 60^3}{12} = 540.$$

84
3
512

$$I = 2 \times 24 \times 40^2 \times 15 = 1.160.000 \text{ cm}^4$$

$$45 \times 40^2 \times 15 = 1.080.000$$

$$\frac{1.6 \times 80^3}{12} \times 15 = 820.000$$

$$\frac{30 \times 80^3}{12} = 1.290.000$$

$$4.350.000$$

48
45
128
221

$$\frac{M}{I} v = \frac{4.198.000}{4.350.000} \times 40 = 40 \text{ Kg/cm}^2$$

133
3
399

$$i = 128 \times 15^2 \times 15 = 440.000$$

$$\frac{80 \times 3^3}{12} = 179.000$$

$$619.000 \text{ cm}^4$$

$$n = 240 + 221 \times 15 = 5.700 \text{ cm}^2$$

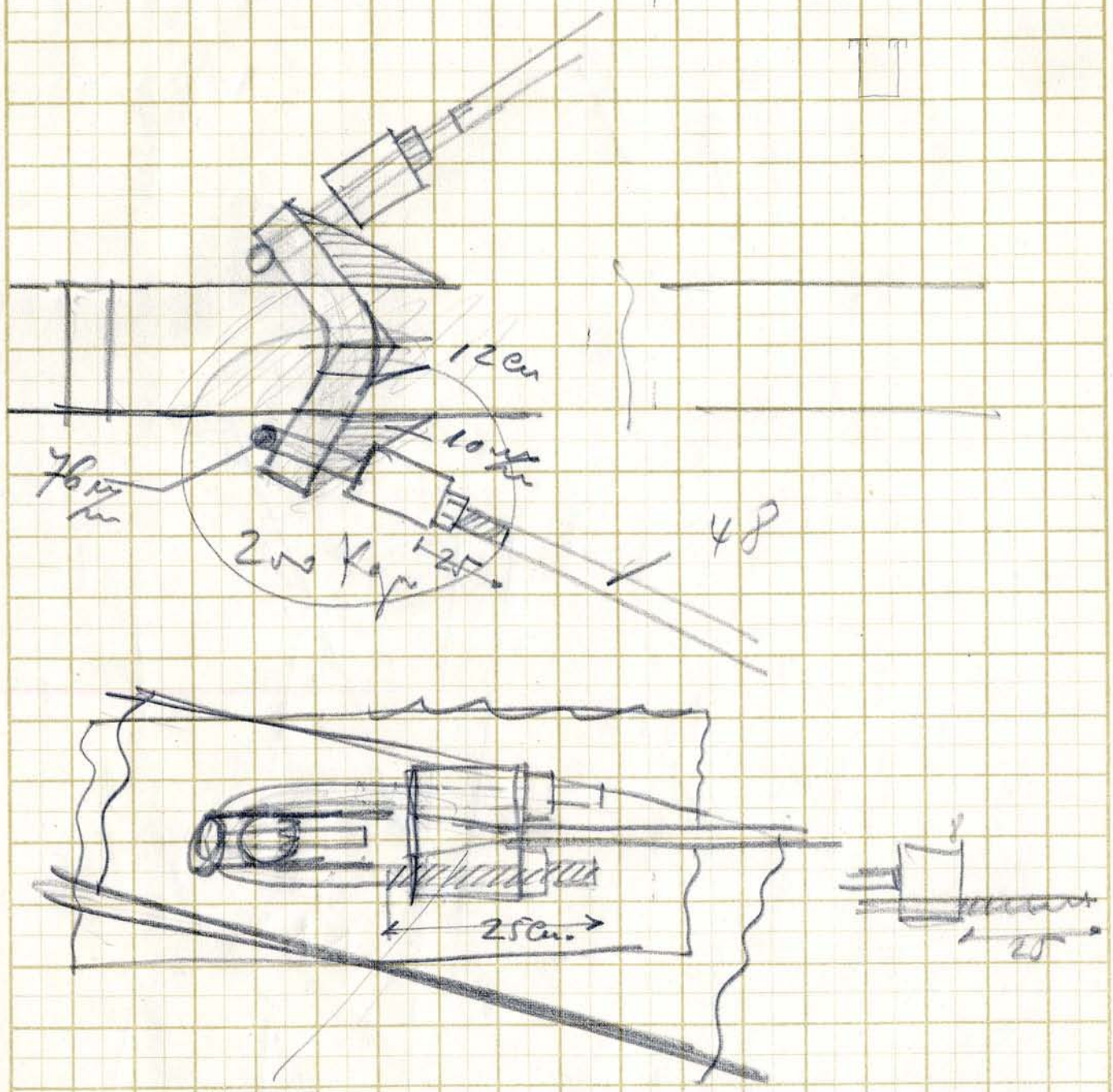
$$\frac{N}{n} = \frac{79.800}{5.700} = 13.6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p = \frac{10 \times 140.000 \times 619.000}{6.250.000} = 140 \text{ Tm}$$

$$H = 40 \pm 13{,}6 = 53{,}6 \text{ y } 26{,}4 \text{ Kg/cm}^2$$

$\frac{L}{i} = 83$

EDUARDO TORROJA. OFICINA TÉCNICA HOJA N.° .....



$d = 1.13 \sqrt{\frac{25 \text{ cm} \cdot 6}{}} = 70 \text{ mm}$

$R = 6$

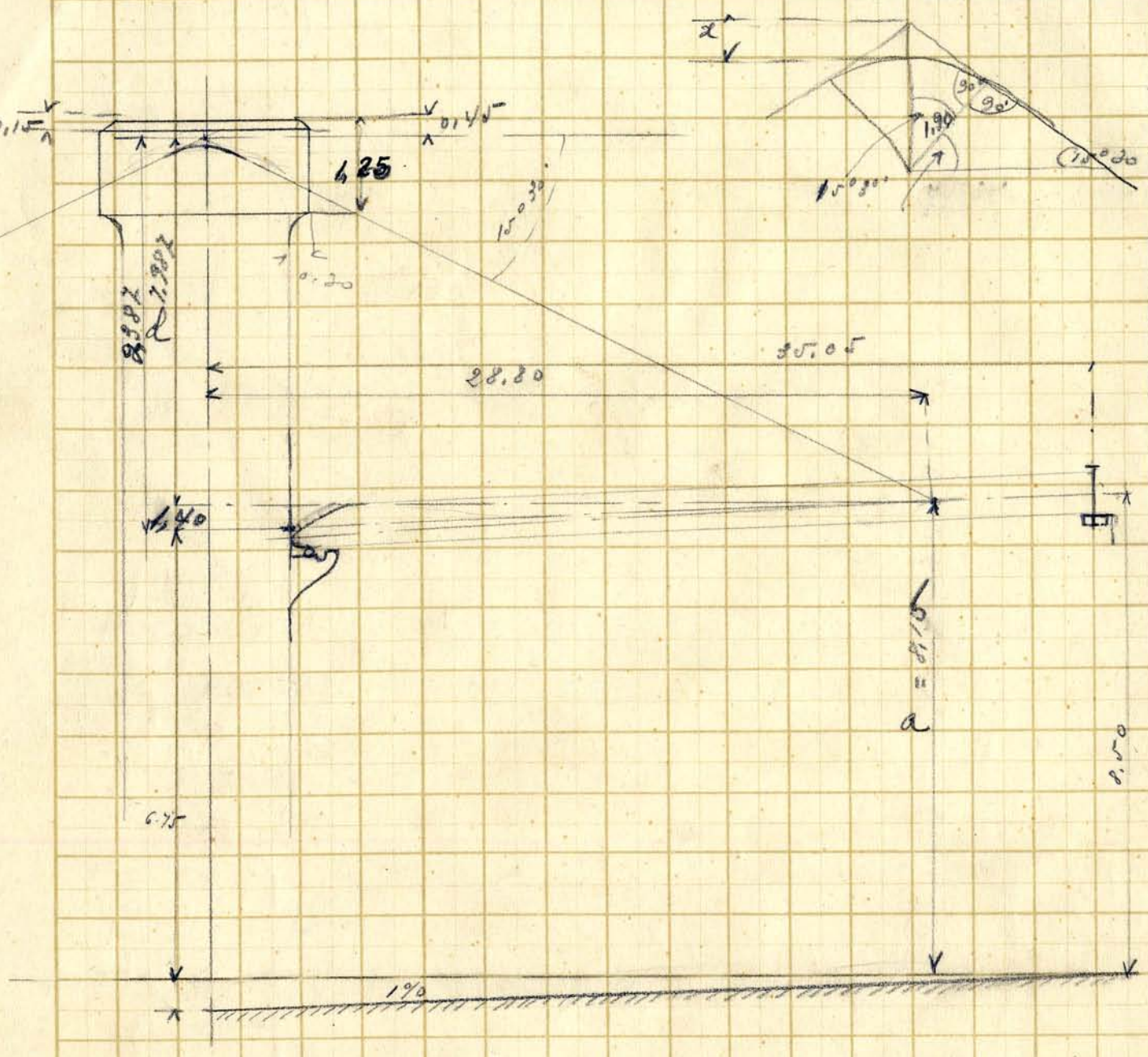
$d_1 = 1.256 \sqrt{25 \text{ cm}}$

$\frac{10}{12}$

$\frac{15.2}{12}$

27

33 cm × 25 cm × 15

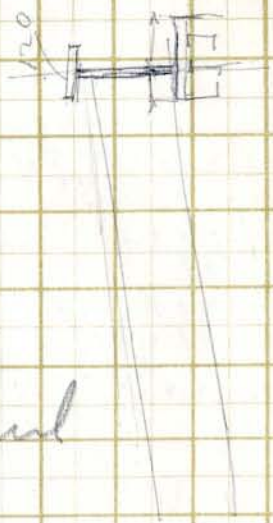


$$a = 6.75 + \frac{25.00\,(8.50 - 6.75)}{31.25} = 6.75 + 1.40 = 8,15 \text{ mts.}$$

$$d = 28,80 \times \text{tg } 15°30' = 28,80 \times 0.27732 = 7,987 \text{ mts.}$$

$$c = 7.987 + 1.40 = 9,387 \text{ mts.}$$

EDUARDO TORROJA. OFICINA TÉCNICA HOJA N.° .....

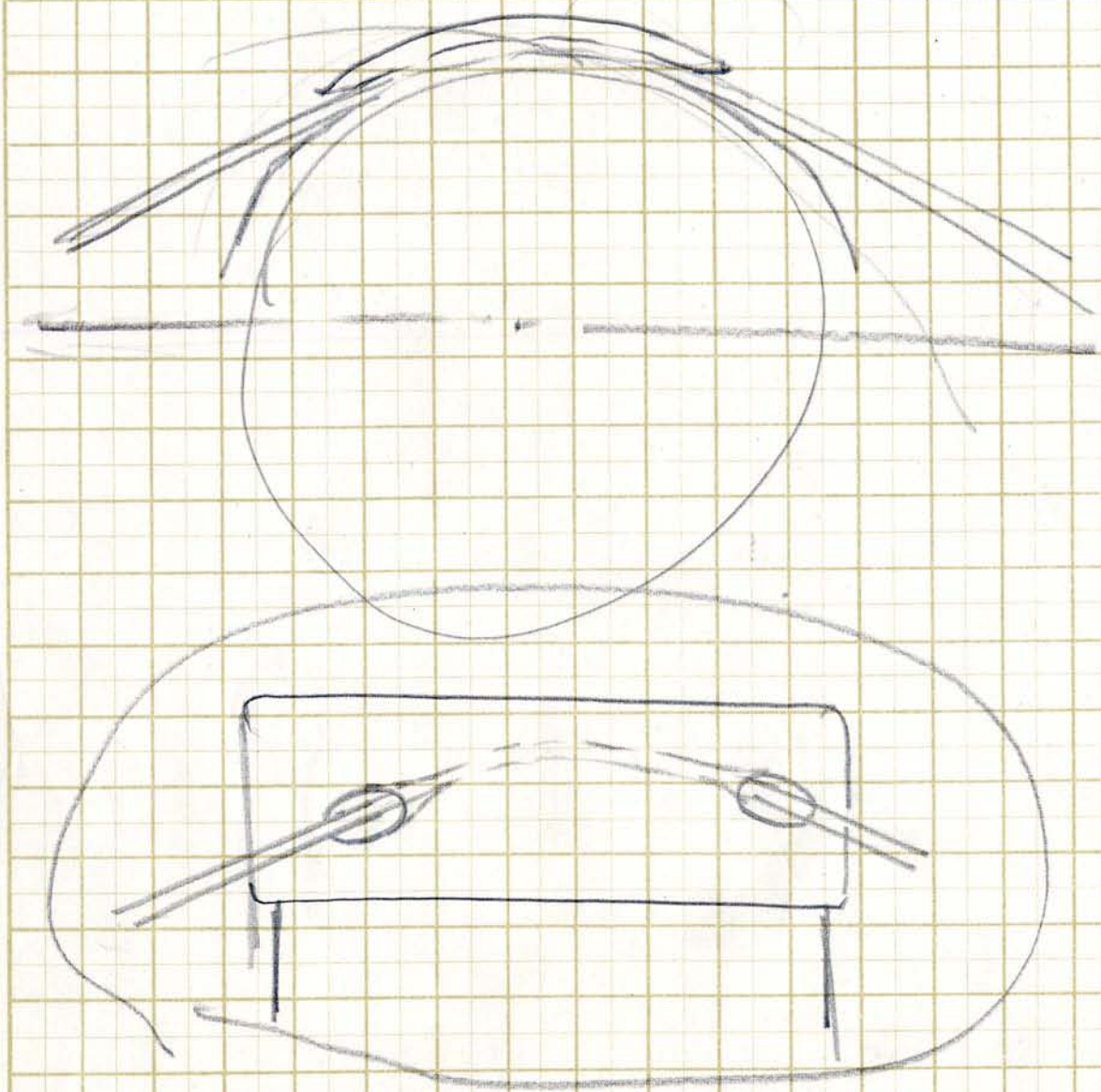


Placas de 1.40 mts de luz

$l = 1.4 \quad p = 318 \text{ Kg/m}^2$

$M_f = 318 \times \frac{1.4^2}{8} = 78 \text{ mkg/ml}$

$c = 3 \quad d = 4 \quad t = 5\phi 8 \text{ p/ml} \text{ ó } 9\phi 6 \text{ p/ml}$



31

EDUARDO TORROJA. OFICINA TÉCNICA HOJA N.º ....

lo que produce un momento de:

$$M = 145{,}000 \times 1{,}00 = 145{,}000 \text{ m Kg.}$$

que con un ancho de 40 cm. y un canto total 2,00 mts exige una armadura de 8 φ35 trabajando el hormigón a ~~...~~ unos 50 Kg/cm².

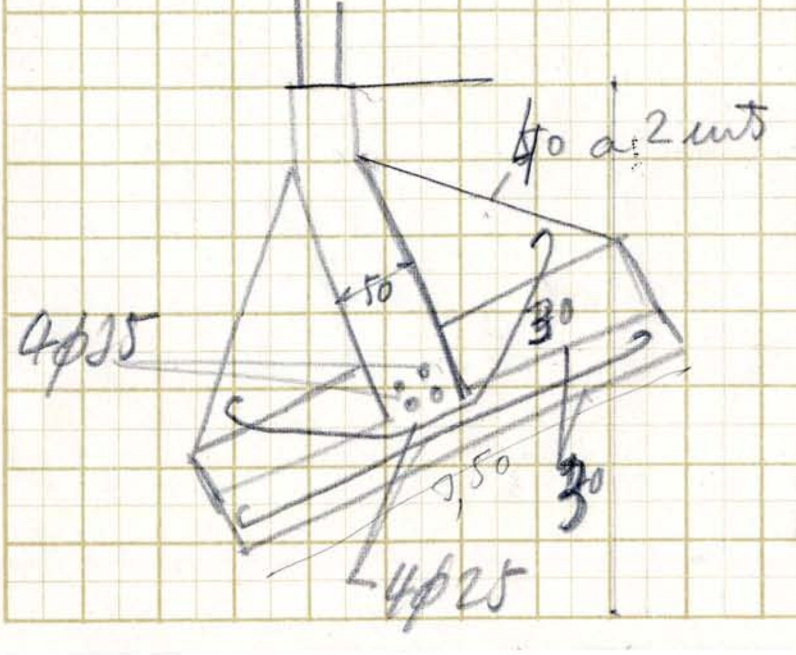
La sección de unión del contrafuerte a la pared, trabaja por esfuerzo cortante a

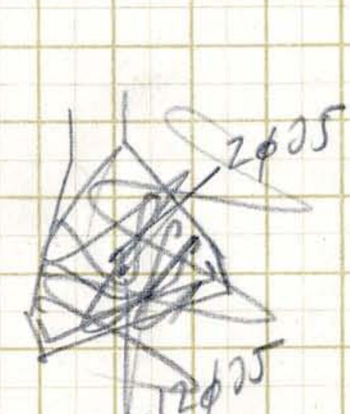
$$\frac{145\,000}{200 \times 50} = 14{,}5 \text{ Kg/cm}^2$$

~~De esto ... la pequeña armadura que a este fin se dispone.~~

Siendo necesaria una armadura de esfuerzo cortante de

$$\frac{145\,000}{\sqrt{2} \times 1.200} = 86 \text{ cm}^2 = 9\,\phi 35$$





90.000 Kg / 200