

ESTUDIO COMPARATIVO DE PILOTES DE FIERRO LAMINADO

En una pieza cargada por punta, el material quedará mejor aprovechado, mientras mayor sea la tasa admisible. Esta tasa depende del material empleado, de la manera como está solicitada la pieza i de su seccion trasversal.

Segun el pliego suizo las tasas admisibles para acero dulce son:

$$R = 8 - 0.03 \frac{l}{r} \text{ para } \frac{l}{r} < 110$$

$$R = 55\,000 \left(\frac{r}{l} \right)^2 \text{ para } \frac{l}{r} > 110$$

La seccion mas racional, en cuanto a su forma, de una pieza cargada por punta, es aquella en que los momentos de inercia principales son iguales i en que la materia está mas alejada del centro de gravedad. Considerada bajo este punto de vista la seccion en cruz, doble T de alas anchas i sobre todo la seccion circular hueca son adecuadas para pilotes. En cambio en el perfil doble riel considerado, tenemos un momento de inercia máximo de 61792208 mm⁴.

CUADROS I GRÁFICOS

Se han calculado con la fórmula suiza dada anteriormente, nueve perfiles para diferentes alturas desde 1.50 hasta 7 m i de 0.50 en 0.50 m.

Hemos considerado la pieza empotrada abajo i articulada arriba lo que nos dará:

$$l = 0.75 L$$

siendo L la distancia entre el empotramiento i la articulacion dada en la primera columna de los cuadros.

1.º *Tasas admisibles.*—Los cuadros i gráficos I correspondientes nos dan una idea de la economía teórica siempre que los perfiles trabajen en las tasas máximas admisibles.

No siempre se verifica esto en la práctica, por cuanto las disposiciones de las cepas modifican estas tasas según se verá en el gráfico tercero (III).

En los perfiles con agujeros de remaches se han descontado estos para el cálculo del I mínimo del cual se deduce el radio de jiración mínimo que entra en las fórmulas.

2.º) *Cargas totales.*—Se han determinado para cada uno de los perfiles i para las mismas alturas para las cuales se obtuvieron las tasas admisibles.

En los perfiles con agujeros de remaches no se descontaron estos en el cálculo de las cargas totales.

Como se ve en el gráfico (II) la carga que soporta el doble riel a menos de 2.90 m de altura, es superior a las de todos los otros perfiles. Para alturas superiores a 7.00 m las cargas totales son cada vez más comparables. En cambio en las alturas medias comprendidas entre 3.50 i 6.50 m la carga total del doble riel queda muy inferior a la de los demás perfiles con excepción de los tipos (6) i (9).

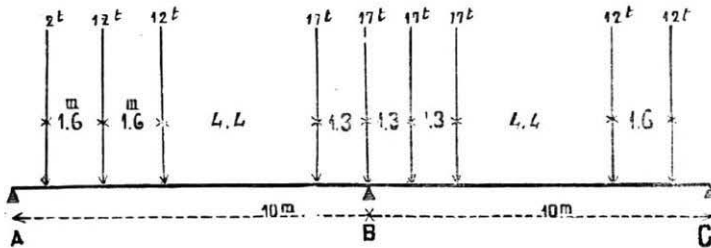
APLICACION DE LOS GRÁFICOS

Con la ayuda de estos dos gráficos podemos determinar para cada caso especial el límite de aplicabilidad de cada uno de los perfiles calculados i la economía que resulta de reemplazar el doble riel por cada uno de ellos.

Hemos hecho como ejemplo este cálculo para el caso especial de una cepa entre dos tramos de 10,00 m de luz cargado con el tren que indica la figura.

Suponemos un peso muerto de la superestructura de 1 T por metro corrido i se ha despreciado el peso propio de la cepa.

El cálculo de la reacción de la cepa es el siguiente:



$$T_{\text{máx}} = \frac{2}{1} M_{\text{B máx}}$$

El M_{B} debe ser calculado considerando el tramo de luz doble.

$$T_{\text{max}} = \frac{2}{10} 3708 = 74.16 \text{ T}$$

Peso muerto = 10 T.

Reaccion de la cepa = 84,16 T.

El gráfico (III) nos da para una cepa cargada con 84,16 T los pesos por metro corrido de la misma, para los perfiles ya tratados i para las alturas ya indicadas.

Cada línea correspondiente a un perfil dado se presenta en este gráfico bajo la forma escalonada. Así por ejemplo, el perfil (1) (doble riel) necesita dos pilotes a 2 m de altura, con peso de $2 \times 77 = 154$ k por metro corrido para soportar la reaccion de las 84,16 T.

Esta cepa de dos pilotes continuará sirviendo para alturas superiores hasta aquella a la cual corresponda para cada pilote la carga máxima admisible de $\frac{84,16}{2} = 42,1$ T la que nos da en el gráfico II una altura de 2,94 m.

A esta altura tenemos el primer escalon cuya magnitud horizontal representa el peso por metro corrido del pilote que tenemos que agregar para soportar la reaccion de la cepa pasada dicha altura i así sucesivamente se determinan los demas escalones.

Como se ve este gráfico nos da para una altura determinada el número de pilotes que ha de tener la cepa i su peso por metro corrido.

En los vértices a el material trabaja a la tasa límite admisible; por consiguiente, en estos puntos es donde el material está mejor aprovechado.

El gráfico nos indica que todos los perfiles tratados son mas económicos que el doble riel. Esta economía es sumamente marcada para los (2), (7), (8) i (9) en alturas superiores a 3 m.

El cuadro que damos en seguida nos da las economías que se realizan al sustituir el doble riel por uno u otro de los perfiles (2), (7), (8), (9) i (4). Este último perfil lo hemos tomado para dar algunas cifras sobre la economía de un perfil en cruz.

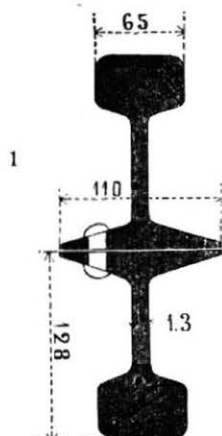
PILOTES DE FIERRO LAMINADOS

Perfil	Altura	DOBLE RIEL		PERFIL		Economía sobre el doble riel
		Núm. de pilotes	Peso por m. l. de cepa	Núm. de pilotes	Peso por m. l. de cepa	
2	4.00	4	308	3	130	58%
2	4.76	6	462	3	130	72
2	5.00	6	462	4	173	62.5
2	5.89	9	693	4	173	75
2	6.00	9	693	5	217	69
2	6.58	11	847	5	217	74.5
7	4.00	4	308	4	134	56
7	5.00	6	462	4	134	71
7	5.80	8	616	4	134	78
7	6.00	9	693	5	168	76
7	6.46	10	770	5	168	78
8	4.00	4	308	4	113	63
8	4.18	5	385	4	113	71
8	5.00	6	462	5	141	69.5
8	5.85	9	616	5	141	77
8	6.00	9	693	6	170	75.5
8	6.36	10	770	6	170	78
9	4.00	4	308	7	126	59
9	5.00	6	462	7	126	73
9	5.08	7	539	7	126	77
9	5.58	8	616	8	144	77
9	5.93	9	693	9	161	77
9	6.00	9	693	10	179	74
9	6.23	10	770	10	179	77
9	6.53	10	770	11	197	74.5
4	4.00	4	308	3	173	44
4	4.76	6	462	3	173	63
4	5.00	6	462	4	231	50
4	5.51	8	616	4	231	62.5
4	6.00	9	693	5	288	58.5
4	6.17	9	693	5	288	58.5

Conclusiones.—Segun el cuadro anterior se ve que los perfiles (7) i (8) son igualmente los mas económicos; siguen los perfiles (2), (9) i (4).

El perfil (3) (doble T) que no aparece en el cuadro anterior es, segun el gráfico III, ligeramente mas económico que el perfil (4).

Hai que observar que el perfil (2) será probablemente en definitiva mas económico que los (7) i (8) por cuanto no lleva remachaduras i tiene un mayor perímetro.



ESTUDIO COMPARATIVO DE PILOTES

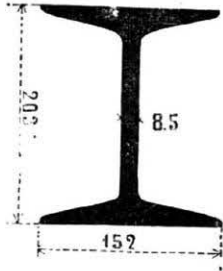
Seccion doble riel

Perímetro aproximado = 820 mm
 Seccion. = 9898 mm² I = 3 700 000 mm⁴
 mín
 Peso por metro corrido = 77 k r = 19.33 mm

Altura libre	$\frac{l}{r}$	$\left(\frac{l}{r}\right)^2$	$0.03\frac{l}{r}$	Fórmula	R	Carga total
m					kg/mm ²	kg
1.5	58.1996		1.746	$R = 8 - 0.03\frac{l}{r}$	6.254	61.902
2	77.5995		2.328		5.672	56.171
2.5	96.9993		2.91		5.09	50.380
3	116.3992	13548.96		$R = 55\,000\left(\frac{r}{l}\right)^2$	4.059	40.176
3.5	135.7991	18414.49			2.986	29.555
4	155.199	24056.01			2.286	22.627
4.5	174.5988	30485.16			1.804	17.856
5	193.9987	37636.00			1.46	14.451
5.5	213.3986	45496.89			1.20	11.878
6	232.798	54195.84			1.014	10.036
6.5	252.1983	63604.84		0.864	8.552	
7	271.5982	73766.50		0.745	7.374	

PILOTES DE FIERRO LAMINADOS

ESTUDIO COMPARATIVO DE PILOTES

Sección doble té

Perímetro aproximado = 997 mm

Sección..... = 5513 mm²

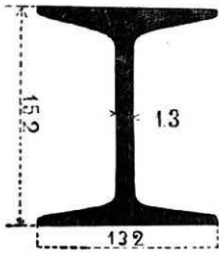
Peso por metro corrido = 43.33 kg

I = 7 435 362 mm⁴
mín.r = 36.72 mm
mín.

Altura en metros	$\frac{l}{r}$	$0.03 \frac{l}{r}$	$\left(\frac{l}{r}\right)^2$	Fórmula	R	Carga total
1.5	30.634	0.91902			kg/mm ²	kg
2	40.845	1.2253			7.081	39.038
2.5	51.056	1.53078			6.775	37.351
3	61.267	1.83801		$R = 8 - 0.03 \frac{l}{r}$	6.469	35.664
3.5	71.479	2.14437			6.162	33.971
4	81.69	2.4507			5.856	32.284
4.5	91.901	2.75703			5.549	30.591
5	102.124	3.06372			5.243	28.905
5.5	112.324		12616.68		4.936	27.212
6	122.535		15014.83	$R = 55\,000 \left(\frac{r}{l}\right)^2$	4.359	24.031
6.5	132.746		17621.50		3.663	20.194
7	142.957		20436.70		3.121	17.206
					2.691	14.835

3

ESTUDIO COMPARATIVO DE PILOTES



Sección doble té

Perímetro aproximado = 806 mm

Sección = 4964 mm²

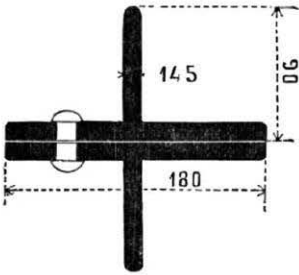
Peso por metro corrido = 39.017k.

I = 4 584.756 mm⁴
mín.

r = 30.385 mm
mín.

Altura en metros	$\frac{l}{r}$	$0.03 \frac{l}{r}$	$\left(\frac{l}{r}\right)^2$	Fórmula	R	Carga total
1.5	37.03	11.11			kg/mm ²	kg
2	49.36	14.81			68.89	34 197
2.5	61.71	18.51			66.52	33 020
3	74.05	22.22		$R = 8 - 0.03 \frac{l}{r}$	61.49	30 523
3.5	86.39	25.91			57.78	28 686
4	98.73	29.62			54.09	26 850
4.5	111.07				50.38	25 008
5	123.41		12254.49		44.88	22 278
5.5	135.75		15230.03		36.11	17 925
6	148.09		18428.06		29.84	14 813
6.5	160.44		21930.65	$R = 55 000 \left(\frac{r}{l}\right)^2$	25.07	12 445
7	172.77		25740.99		21.36	10 603
			29849.47		18.42	9 144

ESTUDIO COMPARATIVO DE PILOTES

*Sección en cruz*

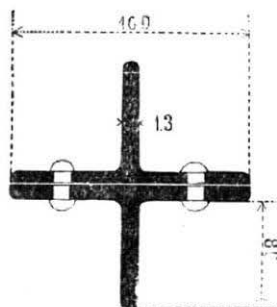
Perímetro aproximado = 720 mm

Sección = 7420 mm² I = 6 543 000 mm⁴
mín.Peso por metro corrido = 57.8 kg r = 29.7 mm
mín.

Altura en metros	$\frac{l}{r}$	$0.03 \frac{l}{r}$	$\left(\frac{l}{r}\right)^2$	Fórmula	R	Carga total
					kg/mm ²	kg
1.5	37.879	1.13637		$R = 8 - 0.03 \frac{l}{r}$	6.8636	50 4908
2	50.505	1.51515			6.4848	48 119
2.5	63.131	1.89393			6.1061	45 306
3	75.757	2.27271			5.7273	42 494
3.5	88.384	2.65152			5.3485	39 682
4	101.010	3.03030			4.9697	36 877
4.5	113.636		12914.05		4.258	31 594
5	126.262		15941.59	3.45	25 599	
5.5	138.889		19293.20	$R = 55\,000 \left(\frac{r}{l}\right)^2$	2.85	21 147
6	151.515		22958.31		2.395	17 771
6.5	164.141		26941.94		2.041	15 1442
7	176.767		31247.63		1.760	13 059

ESTUDIO COMPARATIVO DE PILOTES

Seccion en cruz



Perímetro aproximado = 640 mm

Seccion..... = 5920 mm²

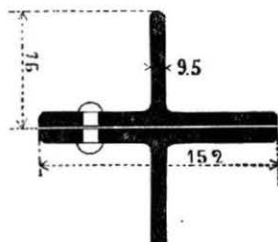
Peso por metro corrido = 42,2 kg

I = 114 000 mm⁴
mín.

r = 26,36 mm
mín.

Altura en metros	$\frac{l}{r}$	$0.03 \frac{l}{r}$	$\left(\frac{l}{r}\right)^2$	Fórmula	R	Carga total
1.5	42.683	1.2804		$R = 8 - 0.03 \frac{l}{r}$	kg/mm ² 6.720	kg 39 782
2	56.910	1.7073			6.293	37 255
2.5	71.137	2.1342			5.866	34 727
3	85.365	2.5611			5.439	32 199
3.5	99.592	2.9877			5.012	29 671
4	113.820		12 954.9	$R = 55 000 \left(\frac{r}{l}\right)^2$	4.245	25 130
4.5	128.047		16 396.8		3.354	19 832
5	142.275		20 240.7		2.717	16 085
5.5	156.503		24 492.2		2.245	13 320
6	170.730		29 138.5		1.887	11 171
6.5	184.957		34 210.2		1.607	9 531
7	199.185		39 672.7		1.386	8 205

ESTUDIO COMPARATIVO DE PILOTES



Sección en cruz

Perímetro aproximado = 600 mm

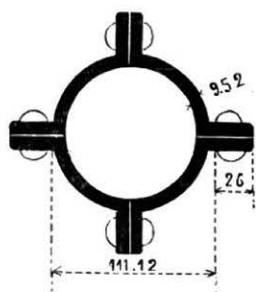
Sección = 4190 mm²

Peso por metro corrido = 32.9 kg

I = 2 967 000 mm⁴
mín.r = 26 67 mm
mín.

Altura en metros	$\frac{l}{r}$	$0.03 \frac{l}{r}$	$\left(\frac{l}{r}\right)^2$	Fórmula	R	Carga total
					kg/mm ²	kg
1.5	42.18	1.2654		$R = 8 - 0.03 \frac{l}{r}$	6.735	28 241
2	56.24	1.685			6.315	26 459
2.5	70.29	2.109			5.891
3	84.35	2.531			5.469	22 915
3.5	98.41	2.952			5.048	21 159
4	112.47		12 649.50		4.347	18 210.9
4.5	126.53		16 009.84		3.435	14 414
5	140.59		19 765.54	$R = 55 000 \left(\frac{r}{l}\right)^2$	2 782	11 656
5.5	154.65		23 916.62		2,299	9 632
6	168.71		28 463.06		1.932	8 095
6.5	182.76		33 401.21		1.646	6 915
7	196.82		38 738.11		1.420	5 949.8

ESTUDIO COMPARATIVO DE PILOTES



Seccion circular

Perímetro aproximado = 556 mm

Seccion..... = 4387 mm²

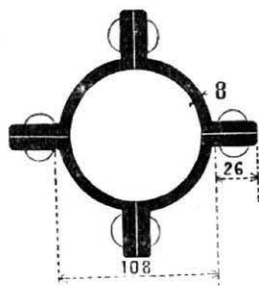
Peso por metro corrido = 33.63 kg

I = 7 157 000 mm⁴
mín.

r = 40.39 mm
mín.

Altura en metros	$\frac{l}{r}$	$0.03 \frac{l}{r}$	$\left(\frac{l}{r}\right)^2$	Fórmula	R	Carga total
					kg/mm ²	kg
1.5	27.84	0.8352		$R = 8 - 0.03 \frac{l}{r}$	7.165	31 433
2	37.13	1.1139			6.886	30 209
2.5	46.41	1.3929			6.608	28 989
3	55.69	1.671			6.329	27 765
3.5	64.97	1.949			6.051	26 546
4	74.25	2.228			5.772	25 322
4.5	83.53	2.506		5.449	24 102	
5	92.81	2.784		5.216	22 883	
5.5	102.1	3.063		4.937	21 659	
6	111.4		12 409.9	$R = 55\,000 \left(\frac{r}{l}\right)^2$	4.437	19 439
6.5	120.7		14 568		3.775	16 562
7	129.9		16 874		3.259	14 297

ESTUDIO COMPARATIVO DE PILOTES

*Seccion circular*

Perímetro aproximado = 547 mm

Seccion..... = 3742 mm²

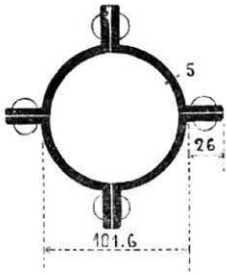
Peso por metro corrido = 28.27 kg.

I = 5 800 000 mm⁴
mín.r = 39.37 mm
mín

Altura en metros	$\frac{l}{r}$	$0.03 \frac{l}{r}$	$\left(\frac{l}{r}\right)^2$	Fórmula	R	Carga total
					kg/mm ²	kg
1.5	28.57	0.8571		$R = 8 - 0.03 \frac{l}{r}$	7.143	26 729
2	38.10	1.143			6.857	25 699
2.5	47.62	1.429			6.571	24 589
3	57.15	1.715			6.285	23 518
3.5	66.68	2.004			5.996	22 437
4	76.20	2.286			5.714	21 382
4.5	85.72	2.577			5.423	20 293
5	95.25	2.858			5.142	19 241
5.5	104.8	3.144			4.856	18 171
6	114.5		13 110.2		$R = 55 000 \left(\frac{r}{l}\right)^2$	4.195
6.5	123.8		15 326.4	3.588		13 426
7	133.4		17 796.0	3.090		11 563

ESTUDIO COMPARATIVO DE PILOTES

Seccion circular



Perímetro aproximado = 527 mm
 Seccion..... = 2452 mm² I = 3 326 000 mm⁴
 min.
 Peso por metro corrido = 17.87 kg r = 36.83 mm
 mín.

Altura en metros	$\frac{l}{r}$	$0.03 \frac{l}{r}$	$\left(\frac{l}{r}\right)^2$	Fórmula	R	Carga total
					kg/mm ²	kg
1.5	30.544	0.9222		$R = 8 - 0.03 \frac{l}{r}$	7.078	17 355
2	40.725	1.2219			6.778	16 619
2.5	50.906	1.5273			6.473	15 872
3	61.087	1.8327			6.167	15 121
3.5	71.269	2.1381			5.862	14 373
4	81.450	2.4435			5.556	13 623
4.5	91.631	2.7489			5.251	12 875
5	101.810	3.0540		4.946	12 128	
5.5	111.990		12 541.76	$R = 55 000 \left(\frac{r}{l}\right)^2$	4.385	10 752
6	122.170		14 932.84		3.683	9 031
6.5	132.350		17 516.00		3.139	7 697
7	142.540		20 317.60		2.707	6 637

I Estudio comparativo de pilotes

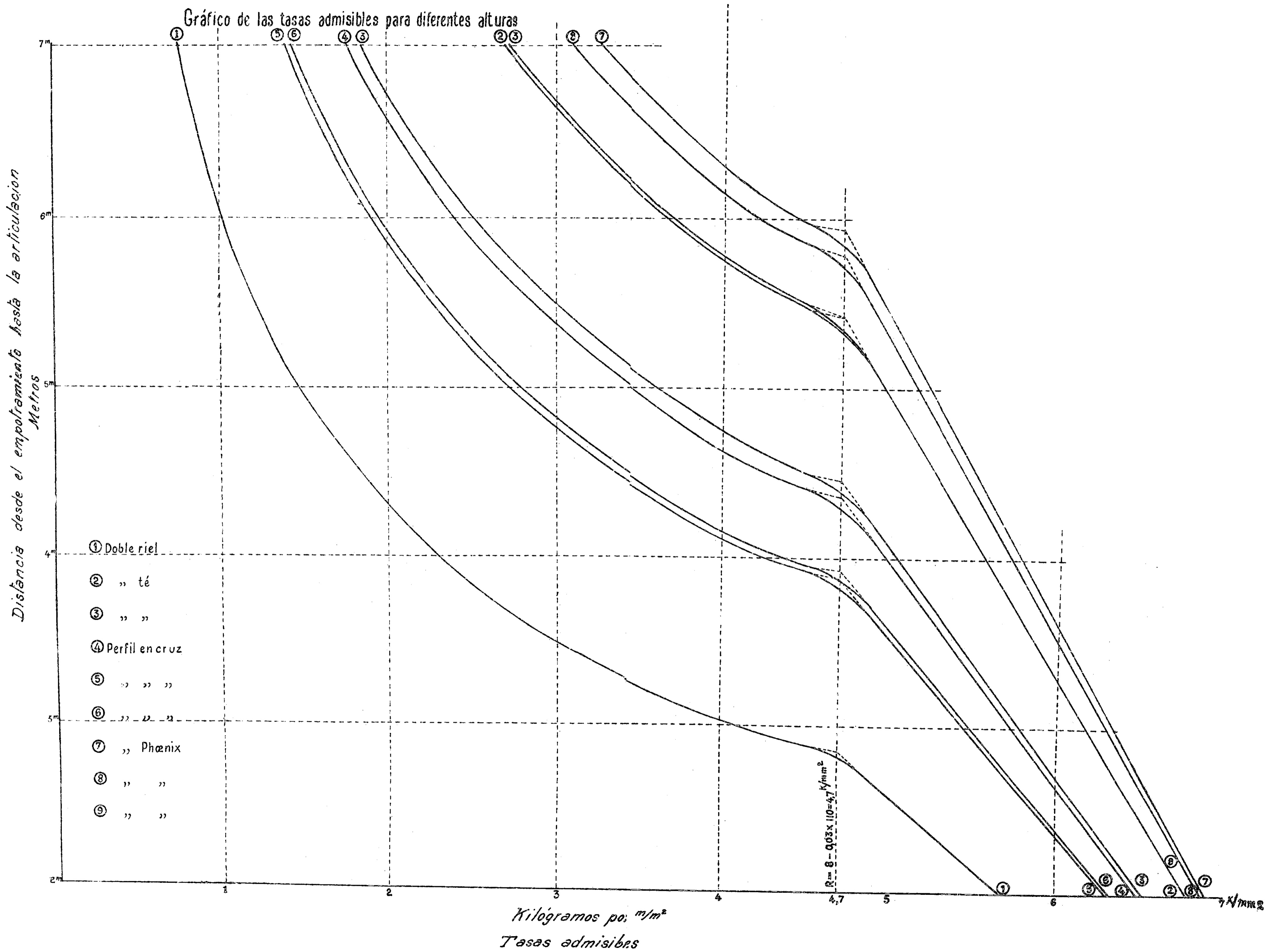
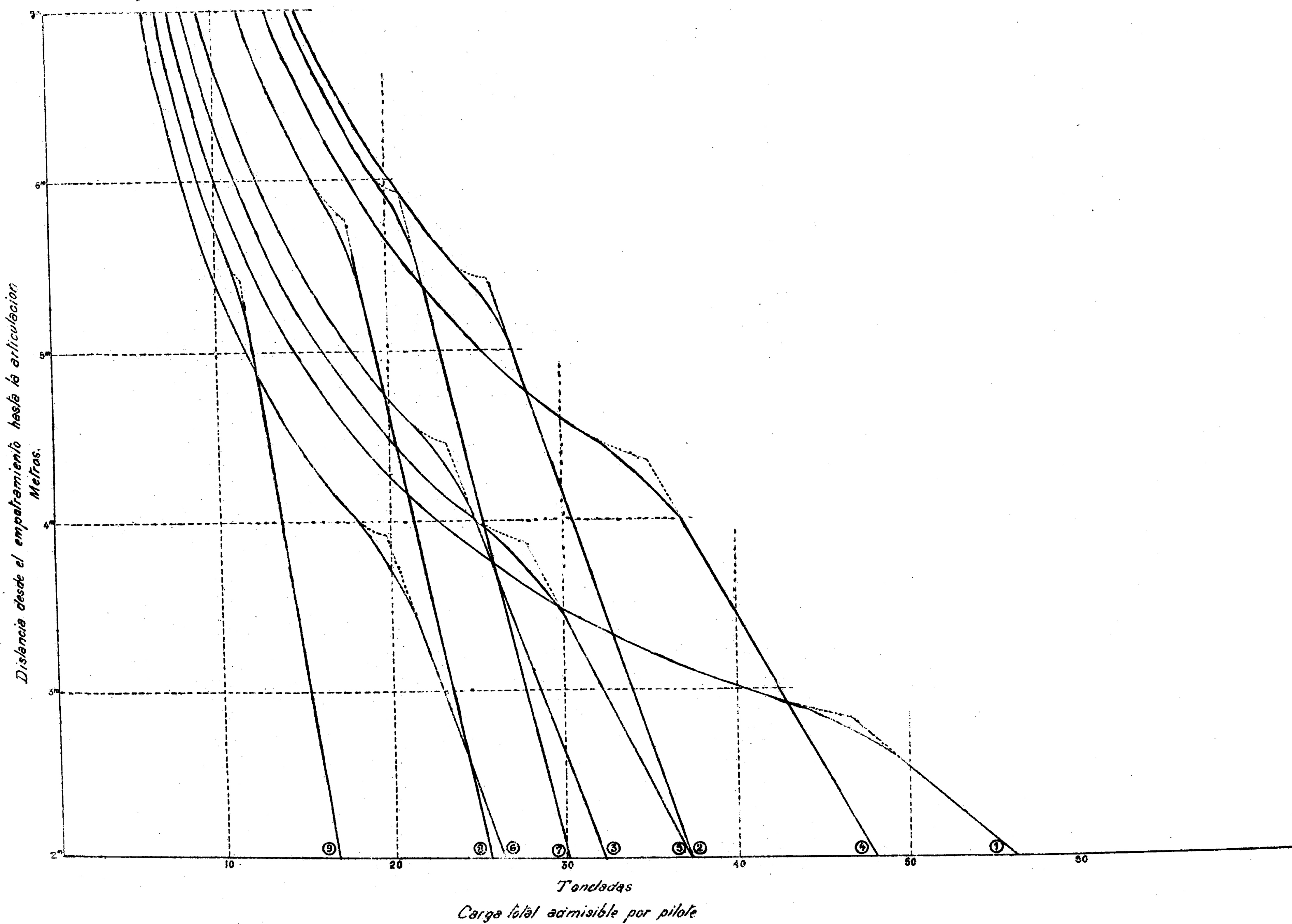
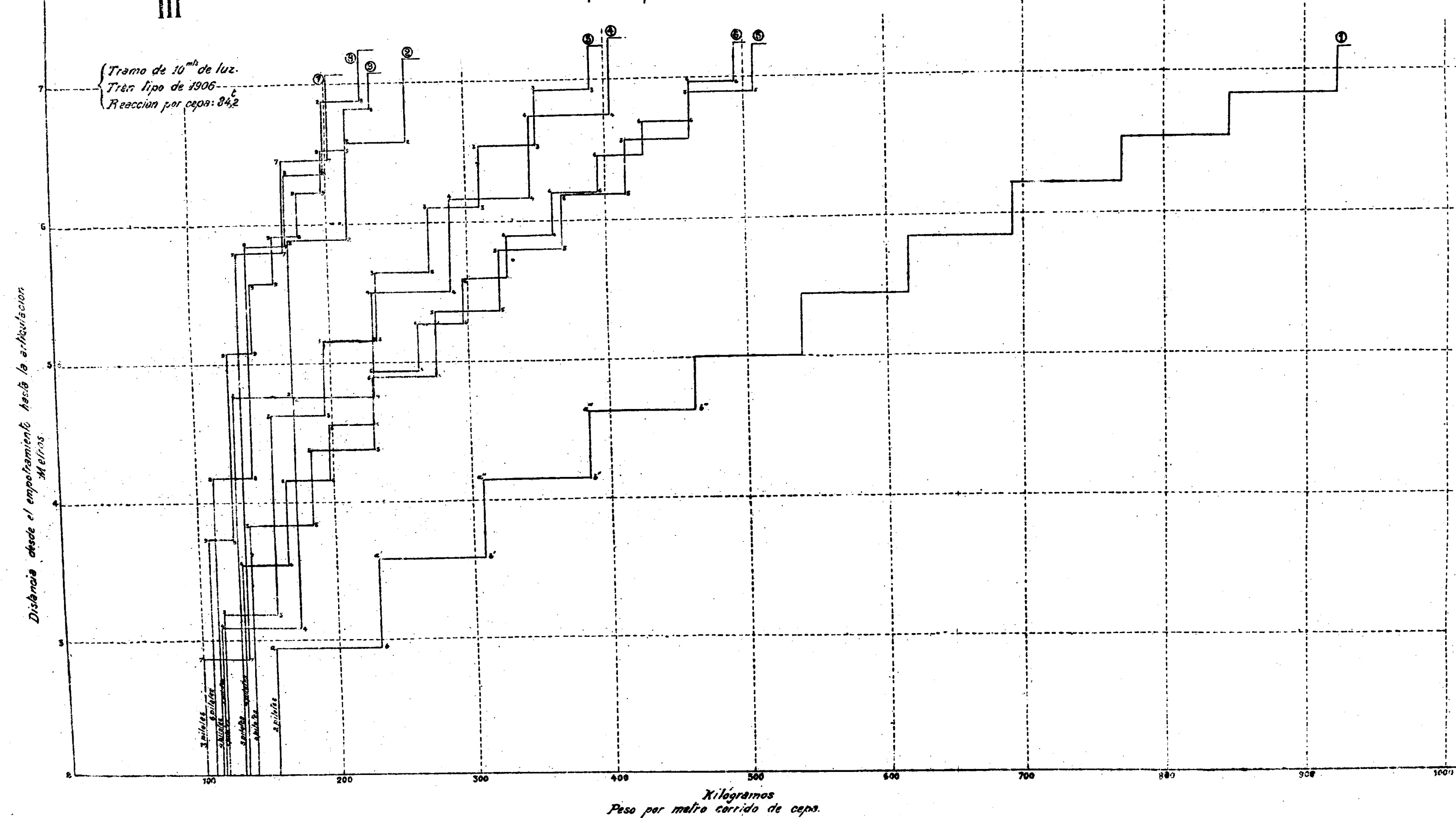


Gráfico de las cargas totales para diferentes alturas



- Estudio comparativo de pilotes -
Gráfico de los pesos por metro corrido de cepa



Santiago 12 de Mayo 1906
Ramon Guerrero
(10 segundos)
W. Cordero
(ingeniero ayudante)