

DATOS UTILIZADOS PARA EL POSIBLE ESTUDIO DE UNA NUEVA INSTRUCCION PARA EL CALCULO DE TRAMOS METALICOS

Por DOMINGO MENDIZABAL,
Ingeniero de Caminos.

Se propone el autor, como indica él mismo en los primeros párrafos, reunir datos de Instrucciones vigentes en distintos países, para darlos a conocer a nuestros técnicos por medio de artículos, con el deseo de recoger el mayor número posible de opiniones autorizadas sobre el tema, que permitan acometer en su día, con las máximas garantías de acierto, la modificación de nuestra Instrucción para el cálculo de tramos metálicos.

Es bien sabido el interés que en todo momento me ha merecido, con anterioridad y posteriormente del estudio que realicé de la vigente Instrucción para el cálculo de tramos metálicos, cuanto se refiere a todas las publicaciones de carácter oficial y técnico relacionadas con aquel objeto, aparecidas en cuantos países se han dictado disposiciones oficiales sobre el particular y editado publicaciones técnicas sobre la misma disciplina.

Aunque la Instrucción vigente, publicada y dictada en 1925, puede considerarse ya algo añeja con sus veinticinco años de vigencia, gracias a que fué estudiada con amplios márgenes sobre las circunstancias existentes en aquella época y llegando al límite de sus prescripciones en muchos de sus aspectos, todavía puede aplicarse, dadas las condiciones de las actuales explotaciones.

Por ello y con el interés que me merece cuanto al particular se refiere, he pensado reunir un buen número de Instrucciones vigentes en muy numerosos países, con condiciones de explotación bien distintas, para orientarme acerca de la situación presente en tan interesante aspecto técnico de la construcción, y apreciar si es oportuno o no mantener durante algún tiempo en vigor la Instrucción actual, o si, por el contrario, procede comenzar los estudios necesarios para modificar cuanto sea preciso, con el propósito de colocarla, podemos decir, "al día".

El fruto de estos estudios que realizo, deseo darlos a conocer públicamente, con objeto de que puedan ser contrastados por el mayor número posible de técnicos interesados en esta materia, y, con tal objeto, me propongo publicar en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS y en *Ferrocarriles y Tranvías* artículos que sirvan de lectura a los técnicos españoles, para recoger el mayor número posible de opiniones y sugerencias.

Desde luego y en todo a lo que en este primer artículo se ha de aludir, ha de ser referente a tramos

metálicos de ferrocarriles, y de éstos los de vía normal, dejando para otros posteriores cuanto pueda tener relación con los ferrocarriles de vía estrecha y con la carretera.

Dos son los más importantes elementos que en una Instrucción de esta clase deben considerarse; corresponden a la importancia de las sobrecargas y al efecto del impacto.

En este primer artículo me referiré solamente al primer punto señalado, habiendo remitido a *Ferrocarriles y Tranvías* otro trabajo correspondiente al impacto.

Como antes indico, he tratado de reunir el mayor número posible de Instrucciones vigentes en muy diversos países, esperando todavía algunas que no he recibido, pero si en ellas encontrase algo que contradijese a lo que en este u otros artículos pudiera exponer, inmediatamente lo haría público.

Las consecuencias del estudio de las sobrecargas no hay para qué demostrarlas ni justificarlas, puesto que de su importancia depende, como es lógico, y de su repartición y estructura, los pesos de los tramos metálicos y la conveniencia de optar por una u otra disposición.

El mayor o menor peso de las sobrecargas está ligado íntimamente con las condiciones de la explotación del país en el cual se prescriben las que han de ser observadas, y, lógicamente, han ido aumentando de valor con el transcurso del tiempo, al exigirse cada día mayores condiciones, comodidades y rapidez en los viajes en los trenes de viajeros, y mayor peso en los trenes de mercancías, función todo ello de las condiciones de las líneas en explotación por sus perfiles y trazados.

Por todo lo expuesto, cuando hagamos las comparaciones oportunas y convenientes sobre las diversas sobrecargas establecidas en las Instrucciones, habrá de tenerse en cuenta que no siempre habrán de presentar características semejantes, sino que, por el contrario, las bases de los estudios y determinaciones

CUADRO 1.º

Nación	Año	LOCOMOTORAS		DISPOSICIÓN DE LOS EJES		Peso total Toneladas	Longitud total Metros	Peso por m. l. Toneladas
		Tipo	Número	Número	Pesos-toneladas			
Canadá	1920	V	2	18	2 de 18,20 8 de 36,30 8 de 23,60	515,6	34,16	15,10
Brasil	1943	V	2	18	2 de 16,00 8 de 32,00 8 de 21,00	488,0	33,60	14,40
Alemania	1934	E	2	14	25,00	350,0	25,60	13,70
E. U. A.	1935	V	2	18	2 de 16,30 8 de 32,70 8 de 21,25	464,2	34,20	13,56
Suecia	1946	E	2	12	25,00	300,0	22,40	13,40
Canadá	1920	V	2	18	2 de 15,90 8 de 31,80 8 de 20,60	451,0	34,16	13,20
Italia	1946	E	2	14	4 de 18,00 10 de 25,00	322,0	24,40	13,20
Brasil	1943	V	2	18	2 de 14,00 8 de 28,00 8 de 18,00	396,0	33,60	11,80
Finlandia	1948	E	2	14	20,00	280,0	24,00	11,66
Holanda	?	V	1	8	8 de 17,00	130,0	26,00	11,64 ⁽¹⁾
Canadá	1920	V	2	18	2 de 13,60 8 de 27,20 8 de 17,70	386,4	34,16	11,31
Argentina	1942	V	2	18	2 de 14,00 8 de 26,00 8 de 22,00	412,0	36,60	11,30
Dinamarca	1931	E	2	12	22,00	264,0	24,00	11,00
Francia	1937	V	2	24	25,00	600,0	55,00	10,90
Argentina	1942	V	2	18	2 de 12,00 8 de 24,00 8 de 20,00	376,0	35,00	10,75
Inglaterra	1939	V	2	16	8 de 25,40 8 de 19,30	357,6	33,50	10,70
Australia	1940	V	2	18	2 de 13,20 8 de 26,50 8 de 17,40	377,8	35,38	10,70
Suecia	1946	E	2	12	20,00	240,0	22,40	10,70
India	1929	V	2	22	2 de 15,20 10 de 28,50 10 de 22,80	543,4	51,00	10,65
Holanda	?	V	2	16	27,00	432,0	42,00	10,28
Bélgica	1936	V	2	16	10 de 25,00 6 de 25,00	400,0	40,00	10,00

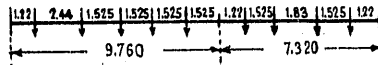
(1) Se suman las sobrecargas máximas producidas por los ejes con una sobrecarga uniformemente repartida por metro lineal de 6,4 toneladas.

CUADRO 1.º (Continuación.)

Nación	Años	LOCOMOTORAS		DISPOSICIÓN DE LOS EJES		Peso total Toneladas	Longitud total Metros	Peso por m. l. Toneladas
		Tipo	Número	Número	Pesos-toneladas			
Suiza	1935	E	3	18	22,00	396,0	40,50	9,87
España.	1925	V	2	18	2 de 12,00 8 de 22,00 8 de 18,00	344,0	36,00	9,55
Canadá.	1920	V	2	18	2 de 11,30 8 de 22,70 8 de 14,80	322,60	34,16	9,44
Chile	1947	V	2	18	10 de 24,00 8 de 15,00	360,0	39,20	9,20
Noruega	1935	V	2	16	2 de 17,00 8 de 22,00 6 de 20,00	330,0	36,00	9,17
South-Africa	1941	V	2	24	4 de 8,20 10 de 20,30 2 de 16,20 8 de 17,20	406,5	45,00	9,03
Nicaragua	—	—	—	—	—	—	—	8,93(1)
Portugal	1929	E	2	12	20,00	240,0	27,00	8,90
Alemania.	1934	E	2	12	20,00	240,0	27,00	8,90
Brasil	1943	V	2	18	2 de 10,00 8 de 20,00 8 de 15,00	300,0	33,60	8,90
Suiza.	1935	E	2	12	18,00	216,0	27,00	8,00
India.	1929	V	2	20	2 de 11,20 8 de 24,70 10 de 19,60	416,0	53,80	7,72
Chile.	1947	V	2	18	10 de 20,00 8 de 12,50	300,0	39,20	7,65
Canadá.	1920	V	2	18	2 de 9,10 8 de 18,20 8 de 11,80	258,2	34,16	7,55
Canadá.	1920	V	2	18	2 de 6,80 8 de 13,60 8 de 8,90	193,60	34,16	5,67

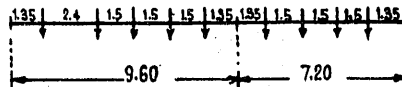
(1) Únicamente se prescribe una sobrecarga uniforme por m. l., sin detallar la disposición de la locomotora.

• CANADA •



LINEAS		LOCOMOTORAS DE VAPOR								SOBRECARGAS UNIFORMES - M.L.		AISLADAS
TIPO	E.30	6.8	13.6	13.6	13.6	13.6	8.9	8.9	8.9	8.9	6.9	17.00
"	E.40	9.1	18.2	18.2	18.2	18.2	11.8	11.8	11.8	11.8	8.4	22.7
"	E.80	11.3	22.7	22.7	22.7	22.7	14.8	14.8	14.8	14.8	14.5	28.4
"	E.60	13.6	27.2	27.2	27.2	27.2	17.7	17.7	17.7	17.7	14.5	34.0
"	E.70	15.9	31.8	31.8	31.8	31.8	20.6	20.6	20.6	20.6	14.6	39.7
"	E.80	18.2	36.3	36.3	36.3	36.3	23.6	23.6	23.6	23.6	16.7	44.4

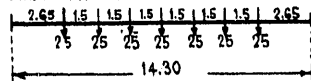
• BRASIL •



SERIES	LOCOMOTORAS DE VAPOR								S ^o UNIFORMES POR M.L.	
TIPO 32	16	32	32	32	32	21	21	21	21	10
" 27	14	28	28	28	28	18	18	18	18	8
" 20	10	20	20	20	20	15	15	15	15	6

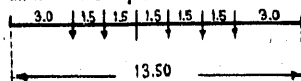
• ALEMANIA •

LINEAS PRINCIPALES.

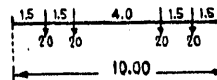


LOCOMOTORA ELECTRICA

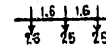
LINEAS SECUNDARIAS.



LOCOMOTORA ELECTRICA

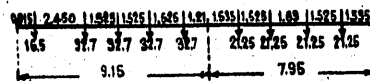


VAGON



S^o AISLADAS.

• ESTADOS UNIDOS •



10.7 T.m.l.



LOCOMOTORA DE VAPOR

S^o UNIFORMES

S^o AISLADAS

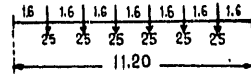
adoptadas dependerán de muy distintas condiciones en que se encuentren los varios países.

Con el objeto señalado y para que los datos que hay que comparar y manejar puedan serlo del modo más sencillo, multiplicaremos el número de cuadros según el punto de vista que haya que considerar, aunque con ello, y en muchos de ellos, se repitan algunos datos ya expuestos (cuadro 1.º).

En primer lugar y en el cuadro 1.º se relacionan

sobrecargas prescritas para la formación de los trenes tipos oficiales, compuestos, en general, de un cierto número de locomotoras con sus ténðeres, si son de vapor, y un número indefinido de vagones o, en determinados casos, sobrecargas uniformemente repartidas con sus valores por m. l., así como también y en buen número de instrucciones, sobrecargas aisladas, independientes de las locomotoras, especialmente dedicadas al cálculo de los elementos de los

• SUECIA •

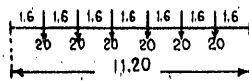


LOCOMOTORA ELECTRICA



Sº UNIFORMES.

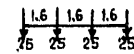
LINEAS DE GRAN TRAFICO.



LOCOMOTORA ELECTRICA

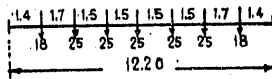


Sº UNIFORMES

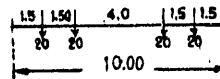


Sº AISLADAS

• ITALIA •



LOCOMOTORA ELECTRICA

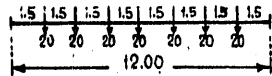


VAGON

30

Sº AISLADAS.

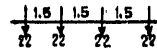
• FINLANDIA •



LOCOMOTORA ELECTRICA



Sº UNIFORMES POR M.L.



Sº AISLADAS.

todas las instrucciones estudiadas, colocadas en orden de mayor a menor, según los pesos por m. l. del conjunto de las locomotoras tipos prescritas en cada una de ellas y con su número, sistemas de tracción, disposiciones y pesos de los ejes en las locomotoras y ténðeres, así como sus pesos totales y su longitud, e igualmente, el año en que fueron puestas en vigencia, para poder formar juicio y deducir consecuencias al estudiar si hay cierta correlación entre los pesos y los años.

Deben confrontarse los datos expuestos con los dibujos que se publican en este artículo, en los cuales y para cada país se representan los esquemas de las

pisos y de los tramos de luces reducidas, para adoptar la solución que mayor efecto produzca y dimensionar así las piezas.

Examinando dichos dibujos y el cuadro, que es, en definitiva, la reunión de todos los datos recogidos en aquéllos, se puede observar que en la casi totalidad de las Instrucciones se exige el empleo de dos locomotoras unidas y dispuestas en sentido de la marcha, con excepción de lo que en Suiza ocurre, donde prescriben tres, y en Holanda, que sólo exige una.

Las longitudes de las locomotoras son muy varias, en las de vapor, oscilando entre 26,90 metros

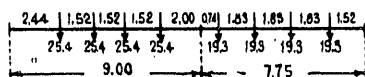
(India) y 16,75 metros (Inglaterra), de las que aparecen 25 tipos, y en las diez eléctricas que se relacionan varía dicha longitud entre 13,80 metros (Alemania) y 11,20 (Suiza).

Puede comprobarse hay Instrucciones de determinados países que prescriben en cada una de ellas, según los casos, diversos trenes tipos en correlación

Instrucciones, pues así ocurre en las de vapor, de las que hay seis con 17,08 m.; tres, con 16,80 m., y 25,50, 18,60 y 18,00 m., en dos.

En las eléctricas existen estas coincidencias, con 13,50 m., en cuatro; 12,20, 12,00 y 11,20 m., en tres; con longitudes superiores a 20,00 m. hay seis tipos, e inferiores, siete.

• INGLATERRA •



LOCOMOTORA DE VAPOR

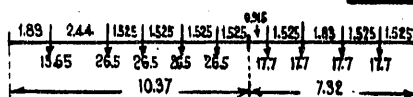


5º UNIFORMES



5º AISLADAS

• AUSTRALIA •



LOCOMOTORA DE VAPOR



5º UNIFORMES POR M.L.

con las condiciones de explotación de las líneas, indicándose a continuación las que se encuentran en estas circunstancias:

Canadá	6 trenes.
Brasil	3 »
Holanda	2 »
Argentina	2 »
India	2 »
Suiza	2 »
Alemania	2 »

Hay coincidencia en sus longitudes en algunas

Con peso uniforme por m. l. de diez toneladas o mayores, hay 21 tipos; menores que diez toneladas y mayores que ocho, se anotan 10, y de ocho toneladas y menores, cinco.

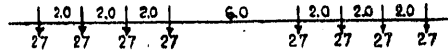
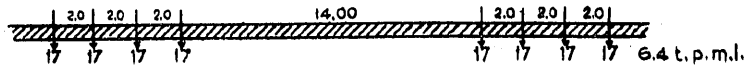
Debe tenerse en cuenta que en realidad hay consignados 35 tipos, pero se incluyen, además, en el cuadro para comparar la sobrecargas uniformes por m. l., la que presenta la Instrucción de Nicaragua, que no prescribe tipo alguno de locomotora.

Como tipos de locomotoras de vapor, existen con eje portador y cuatro acoplados, 19; sin eje portador

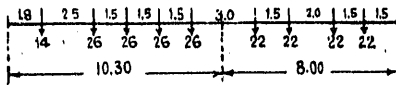
CUADRO 2º

NACIONES	Años	Número de ejes	Pesos		Longitud cubierta Metros	Peso total Toneladas
			Toneladas	Toneladas		
Canadá	1920	2	45,4	90,8	2,135	42,5
E. U. A.	1934	2	40,9	81,8	2,12	38,5
Argentina	1942	2	28,0	56,0	1,50	37,3
Canadá	1920	2	39,7	79,4	2,135	37,2
Bélgica	1936	2	27,0	54,0	1,50	36,0
Argentina	1942	2	26,0	52,0	1,50	34,7
Inglaterra	1939	2	31,8	63,6	1,83	34,6
Canadá	1920	2	34,0	68,0	2,135	31,8
Canadá	1920	2	28,4	56,8	2,135	26,6
España	1925	3	26,0	78,0	3,20	24,3
Portugal	1929	3	25,0	75,0	3,20	23,4
Alemania	1934	3	25,0	75,0	3,20	23,4
Canadá	1920	2	22,7	45,4	2,135	21,2
Suecia	1946	4	25,0	100,0	4,80	20,8
Canadá	1920	2	17,0	34,0	2,135	15,9
Italia	1946	1	30,0	—	—	—

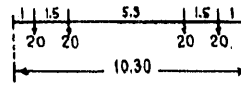
• HOLANDA •



• ARGENTINA •



LOCOMOTORA DE VAPOR

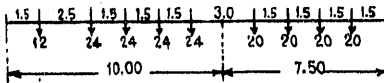


VAGON

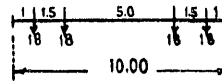


SOBRECARGAS AISLADAS

VIA DE 1.6760



LOCOMOTORA DE VAPOR



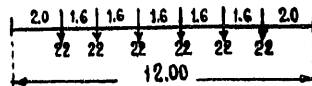
VAGON



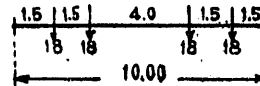
SOBRECARGAS AISLADAS

VIA DE 1.4350

• DINAMARCA •

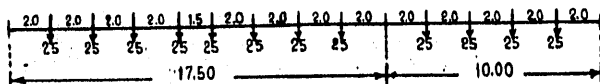


LOCOMOTORA ELECTRICA

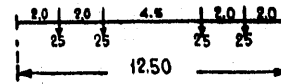


VAGON

• FRANCIA •



LOCOMOTORA DE VAPOR



VAGON

y cuatro acoplados, cuatro; con carretón y cuatro acoplados, dos.

Para las eléctricas, también con diversos tipos, existen tres con siete ejes; siete, con seis ejes.

Examinando ahora los ténderes, hay dos con tres ejes; con cuatro ejes, 25; con cinco ejes, dos; y los pesos de sus ejes están comprendidos entre 25 toneladas (Bélgica) y 8,9 toneladas (Canadá).

Aunque el examen de este cuadro y de los datos que en él mismo se insertan, ya podría considerarse la situación del tren tipo español, para mayor claridad, en los cuadros siguientes se exponen y ordenan, por valores de diversos conceptos, los expresados da-

tos, y al final de todo ello se harán las consideraciones oportunas respecto al particular.

En el cuadro 2.º se relacionan, también por orden de importancia de las sobrecargas repartidas por m. l., cuanto corresponde a los ejes que en algunas Instrucciones se prescriben aislados e independientes de los correspondientes a los trenes tipos y que deben tenerse en cuenta, como ya se ha indicado, especialmente para el cálculo de los elementos de los pisos y tramos de pequeñas luces.

Sólo en 16 de estas Instrucciones se prescriben estas sobrecargas, más fuertes que las de los trenes tipo, oscilando entre 45,4 y 17,0 toneladas, valores

CUADRO 3.º

NACIONES	Años	Tracción	Número	Longitud	Pesos	Peso total	Peso por m. l.
				cubierta	—	—	—
				Metros	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Canadá	1920	Vapor	4	4,575	36,4	145,6	31,8
E. U. A.	1935	Idem	4	4,575	32,7	130,8	28,6
Brasil	1943	Idem	4	4,50	32,0	128,0	28,4
Canadá	1920	Idem	4	4,575	31,8	127,2	27,7
Brasil	1943	Idem	4	4,50	28,0	112,0	24,9
Canadá	1920	Idem	4	4,575	27,2	107,8	23,8
India	1929	Idem	5	6,00	28,5	142,5	23,7
Inglaterra	1939	Idem	4	4,56	25,4	101,6	23,3
Australia	1940	Idem	4	4,575	26,5	106,0	23,1
Argentina	1942	Idem	4	4,50	26,0	104,0	23,1
Chile	1947	Idem	4	4,20	24,0	96,0	22,9
India	1929	Idem	4	4,50	24,7	98,8	21,9
Argentina	1942	Idem	4	4,50	24,0	96,0	21,3
Bélgica	1936	Eléctrica	5	6,0	25,0	125,0	20,8
Italia	1946	Idem	5	6,0	25,0	125,0	20,8
Canadá	1920	Vapor	4	4,575	22,7	90,8	19,9
Noruega	1935	Idem	4	4,50	22,0	88,0	19,5
Suiza	1935	Eléctrica	4	4,50	22,0	88,0	19,5
España	1925	Vapor	4	4,50	22,0	88,0	19,5
Alemania	1934	Eléctrica	7	9,00	25,0	175,0	19,4
Suecia	1946	Idem	6	6,00	25,0	150,0	18,7
Francia	1937	Vapor	4	5,50	25,0	100,0	18,1
Holanda	?	Idem	4	6,00	27,0	108,0	18,0
Chile	1947	Idem	5	5,60	20,0	100,0	17,8
Brasil	1943	Idem	4	4,50	20,0	80,0	17,7
Holanda	?	Idem	4	6,00	17,0	68,0	17,7 (1)
Dinamarca	1931	Eléctrica	6	8,00	22,0	132,0	16,5
Alemania	1934	Idem	6	7,50	20,0	120,0	16,0
Portugal	1929	Idem	6	7,50	20,0	120,0	16,0
Suiza	1935	Idem	4	4,50	18,0	72,0	16,0
Canadá	1920	Vapor	4	4,575	18,2	72,8	15,9
Finlandia	1948	Eléctrica	7	9,00	20,0	140,0	15,5
Suecia	1946	Idem	6	8,00	20,0	120,0	15,0
South-Africa	1941	Idem	4	5,82	20,3	81,2	14,0
Canadá	1920	Vapor	4	4,575	13,6	54,4	11,9

(1) Se suman a la acción de las sobrecargas otras uniformemente repartidas, de 6,4 toneladas m. l.

que varían, como es lógico, según las líneas sean de máxima o de mínima explotación.

Aparecen dos sobrecargas superiores a 40 toneladas; entre 30 y 40 Tn. hay tres; de 20 a 30 Tn., nueve, y menor de 20 Tn., una.

Italia prescribe una sola sobrecarga de esta naturaleza, por lo que no se valora su repartición por m. l.

Están formadas con cuatro ejes solamente en una; con tres ejes, en tres; con dos ejes, en once, y con uno, en una solamente.

Pasemos ahora a examinar el cuadro 3.º

En éste se relacionan las locomotoras tipo por la influencia que producen sus ejes acoplados, siempre los más pesados y, generalmente, más próximos que los demás, por lo cual no solamente en los elementos de los pisos, sino también en las vigas principales, su

CUADRO 4.º

NACIONES	Años	Pesos máximos — Toneladas	Sistemas de tracción
Canadá	1920	36,4	Vapor
E. U. A.	1935	32,7	Idem
Brasil	1943	32,0	Idem
Canadá	1920	31,5	Idem
India	1929	28,5	Idem
Brasil	1943	28,0	Idem
Canadá	1920	27,2	Idem
Holanda	?	27,0	Idem
Australia	1940	26,9	Eléctrica
Inglaterra	1937	26,4	Vapor
Argentina	1942	26,0	Idem
Alemania	1934	25,0	Eléctrica
Bélgica	1936	25,0	Vapor
Francia	1937	25,0	Idem
Suecia	1946	25,0	Eléctrica
Italia	1946	25,0	Idem
India	1929	24,7	Vapor
Argentina	1942	24,0	Idem
Chile	1947	24,0	Idem
Canadá	1920	22,7	Idem
España	1925	22,0	Idem
Noruega	1931	22,0	Idem
Dinamarca	1931	22,0	Eléctrica
Suiza	1931	22,0	Idem
South-Africa	1941	20,3	Vapor
Portugal	1929	20,0	Eléctrica
Alemania	1934	20,0	Idem
Brasil	1943	20,0	Idem
Suecia	1946	20,0	Eléctrica
Chile	1947	20,0	Vapor
Finlandia	1948	20,0	Eléctrica
Canadá	1920	18,2	Vapor
Suiza	1931	18,0	Eléctrica
Holanda	?	17,0	Vapor
Canadá	1920	13,6	Idem

CUADRO 5.º

NACIONES	Años	Pesos máximos — Toneladas	Sistemas de tracción
Canadá	1920	36,4	Vapor
Idem	1920	31,8	Idem
Idem	1920	27,2	Idem
Idem	1920	22,7	Idem
Idem	1920	18,2	Idem
Idem	1920	13,6	Idem
España	1925	22,0	Idem
India	1929	28,5	Idem
Idem	1929	24,7	Idem
Portugal	1929	20,0	Eléctrica
Suiza	1931	22,0	Idem
Idem	1931	18,0	Idem
Noruega	1931	22,0	Vapor
Dinamarca	1931	22,0	Eléctrica
Alemania	1934	25,0	Idem
Idem	1934	20,0	Idem
E. U. A.	1935	32,7	Vapor
Bélgica	1936	25,0	Idem
Francia	1937	25,0	Idem
Inglaterra	1937	26,4	Idem
Australia	1940	26,9	Eléctrica
South-Africa	1941	20,3	Vapor
Argentina	1942	26,0	Idem
Idem	1942	24,0	Idem
Brasil	1943	32,0	Idem
Idem	1943	28,0	Idem
Idem	1943	20,0	Idem
Suecia	1946	25,0	Eléctrica
Idem	1946	20,0	Idem
Italia	1946	25,0	Idem
Chile	1947	24,0	Vapor
Idem	1947	20,0	Idem
Finlandia	1948	20,0	Eléctrica

paso o estacionamiento proporciona efectos más desfavorables.

Están ordenados en el cuadro los trenes tipo, también por los valores de las sobrecargas uniformemente repartidas por m. l., producto de dichos ejes acoplados.

Mayor sobrecarga de 30 toneladas por m. l. sólo hay una, 31,8 Tn., que corresponde al Canadá; superiores a 20, hay catorce, que varían entre 28,6 y 20,8 Tn., y se registran veinte inferiores a 20 Tn.

Están en mayoría con cuatro ejes acoplados, pues se registran 24; con cinco, solamente cuatro, y con seis, siete.

Sus separaciones varían entre 1,94 a 1,14 metros, siendo la mayor parte de 1,50 m., todo ello en las locomotoras de vapor.

En el cuadro 4.º se relacionan las Instruccio-

nes, en orden de mayor a menor, de los pesos máximos de sus ejes, casi siempre los acoplados.

Mayores de 30 Tn. se anotan cuatro, correspondiendo todas ellas a países americanos; de 20 hasta 30 toneladas aparecen en 21 Instrucciones; de 25 toneladas, en cinco, y con 22 Tn., en seis. De 20 toneladas existen seis; es decir, que se aprecia cierta coincidencia en los pesos analizados, de 25, 22 y 20 toneladas.

Para tratar de relacionar los años de aparición de las Instrucciones con los pesos máximos registrados y de sus ejes, se ha trazado el cuadro 5.º, en el que están indicadas, por orden cronológico, de las más antiguas a las más recientes.

El eje más pesado aparece en el Canadá, en el año ya indicado de 1920, sin que después, y en el examen sucesivo y comparativo de los años, se vea relación alguna con los pesos y los que en orden de

importancia siguen a éste, corresponden a las Instrucciones de los Estados Unidos y Brasil, con sobrecargas de 32,7 y 32,0 Tn., publicadas sus Instrucciones en los años 1935 y 1943; es decir, con fuerte intervalo con la de Canadá, antes mentada.

Para que puedan deducirse consecuencias de este examen verdaderamente fundadas, tendrá que influir grandemente el conocimiento perfecto de las condiciones de los países, con sus perfiles trazados, tráficos que hay que mover, circunstancias que fundamentalmente han debido de considerarse por los técnicos que han estudiado las Instrucciones para determinar los tipos elegidos, mayores que los empleados en la realidad en el momento de su estudio, como convenientes para ciertos plazos, y no corruos.

En el año 1929 apareció la Instrucción portuguesa, y es en la primera en la que se consideran y prescriben locomotoras eléctricas.

CUADRO 6.º

NACIONES	Años	TIPOS DE LAS SOBRECARGAS					Sobrecarga uniforme por m.l.
		CON VAGONES					
		Número de ejes	Peso por eje Toneladas	Peso total Toneladas	Longitud Metros	Peso por m. l. Toneladas	
Canadá	1920	—	—	—	—	—	16,7
Canadá	1920	—	—	—	—	—	14,8
Canadá	1920	—	—	—	—	—	14,5
E. U. A.	1935	—	—	—	—	—	10,7
Brasil	1943	—	—	—	—	—	10,0
Australia	1940	—	—	—	—	—	8,9
Noruega	1935	—	—	—	—	—	8,9
Inglaterra	1939	—	—	—	—	—	8,8
Suecia	1946	—	—	—	—	—	8,6
Noruega	1935	—	—	—	—	—	8,5
Canadá	1920	—	—	—	—	—	8,4
Portugal	1929	4	20,0	80,0	10,00	8,0	—
Alemania	1934	4	20,0	80,0	10,00	8,0	—
Bélgica	1936	4	20,0	80,0	10,00	8,0	—
Francia	1937	4	20,0	80,0	10,00	8,0	—
Brasil	1943	—	—	—	—	—	8,0
Italia	1946	4	20,0	80,0	10,00	8,0	—
India	1929	—	—	—	—	—	7,8
Finlandia	1948	—	—	—	—	—	7,5
Argentina	1942	4	20,0	80,0	10,30	7,8	—
Suiza	1935	4	25,0	100,0	13,50	7,4	—
Chile	1947	4	18,0	72,0	9,80	7,3	—
Dinamarca	1931	4	18,0	72,0	10,00	7,2	—
Argentina	1942	4	18,0	72,0	10,00	7,2	—
Suecia	1946	—	—	—	—	—	6,8
España	1925	4	16,0	64,0	10,00	6,4	—
Canadá	1920	—	—	—	—	—	6,3
Brasil	1943	—	—	—	—	—	6,0
Chile	1947	4	15,0	60,0	9,80	6,1	—
South-Africa	1941	—	—	—	—	—	5,3

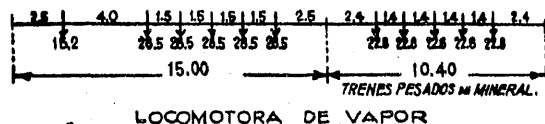
De las veinte Instrucciones estudiadas, en doce se considera la tracción de vapor, y en ocho, la eléctrica.

Por último y para terminar la exposición de todos los datos que han de examinarse posteriormente para poder llegar a conclusiones, no de carácter de-

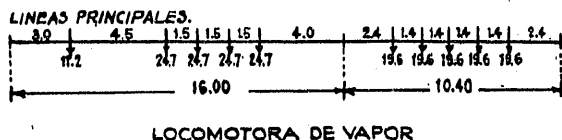
En el cuadro 6.º se anotan tanto los que hay que considerar de uno u otro sistema, unificándose los resultados con el cálculo de las sobrecargas uniformes por m. l., para poderlas comparar debidamente.

No se comentan más que 20 trenes de los 30 examinados, pues en varias Instrucciones aparecen di-

INDIA

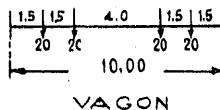
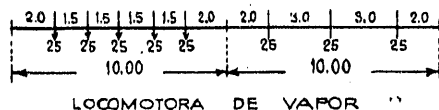


5.º UNIFORMES POR M.L.



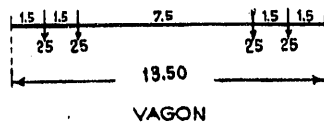
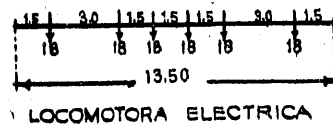
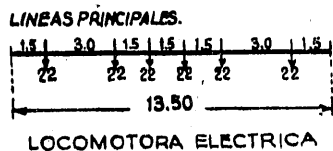
5.º UNIFORMES POR M.L.

BELGICA



SOBRECARGAS AISLADAS

SUIZA



finitivo sino provisional, sólo resta exponer las correspondientes al material móvil, que, con las locomotoras, han de constituir los trenes tipos remolcados, los que aparecen en dos formas distintas en las diversas Instrucciones.

En unas, con vagones representados por sus dimensiones, separación de ejes y pesos de éstos; en otras, con sobrecargas uniformemente repartidas por m. l., equivalentes a aquéllos en toda la longitud de los tramos (cuadro 6.º).

versos trenes con coincidencia de los datos correspondientes.

Estas Instrucciones son las de Canadá, con 14,8 toneladas m. l.; Alemania y Suecia, con 7,4; India, con 7,1 Tn., todo ello por m. l.

Sobrecargas aisladas se prescriben en diez países, y en once, el otro sistema; es decir, las sobrecargas uniformemente repartidas.

La Instrucción holandesa no cita nada sobre el particular.

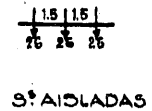
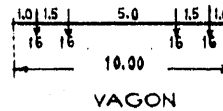
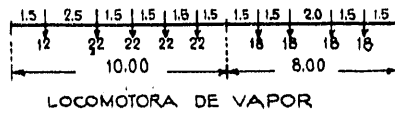
Los pesos de los ejes varían entre 25 y 15 Tn., siete de ellos con 20 Tn. y tres con 18.

Las sobrecargas por m. l., unas distribuidas y otras deducidas, varían entre 16,7 a 5,3 Tn., respectivamente, en el Canadá y Sur de Africa.

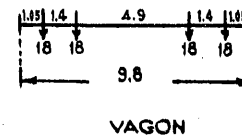
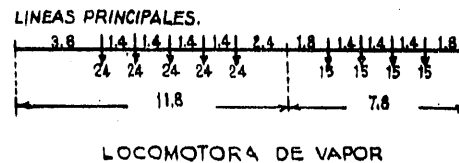
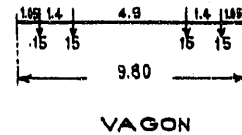
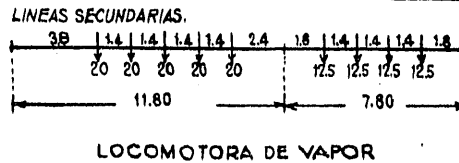
Todos los vagones son de cuatro ejes, y por lo

el dato fundamental que en este cuadro se tiene en cuenta, cual es el peso por metro lineal del conjunto de las locomotoras prescritas en cada Instrucción, sin tener en cuenta el resto de la composición de los trenes ni el peso de los ejes aislados que en algunas Instrucciones se prescriben.

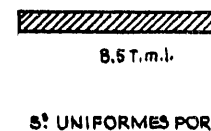
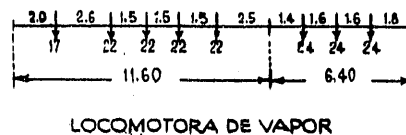
• ESPAÑA •



• CHILE •



• NORUEGA •



que se refiere a sus longitudes, 19 tienen diez metros; el mayor de todos ellos, de 13,50 m., y otros dos con longitudes muy aproximadas, aunque menores, a los 10 m.

Resumen.

Pasemos revista a todos los cuadros insertos anteriormente, examinando la situación de España en cada uno de ellos y comentando las circunstancias que en cada caso dan lugar a la posición que ocupa:

Cuadro 1.º — Empecemos dándonos cuenta de la concepción que nuestra Instrucción merece, dado

Se puede apreciar que de 36 trenes examinados, ocupa el de nuestra Instrucción el lugar número 23, con un peso por m. l. de 9,55 toneladas.

Veamos rápidamente cuáles son los trenes que la anteceden y por qué razón se encuentra en situación tan retrasada.

Los 22 trenes que se encuentran en estas circunstancias se pueden clasificar del siguiente modo, siempre, como es lógico, tomando como base el peso por metro lineal.

Con sobrecargas superiores a 15 toneladas solamente existe el que en Canadá aparece con ejes de 36,30 toneladas.

Ocupa el siguiente puesto el primer tren del Brasil, con un peso de 14,40 Tn. y ejes de 32,0

Con valores comprendidos dentro del grupo de 13 Tn., existen cinco trenes con ejes de 32,7 (Estados Unidos), y de 25 Tn. (Italia, Suecia y Alemania).

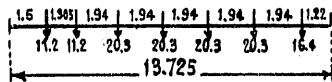
Dentro del grupo de 11 Tn. existen seis trenes con ejes que varían de 28 Tn. (Brasil) a 17 (Holanda).

El grupo de 10 Tn. está formado por ocho tre-

Como conclusión del examen de este cuadro, resulta que nuestro tren está francamente postergado, no sólo de los que en América se exigen, verdaderamente de extraordinaria importancia, sino de múltiples países europeos, existiendo delante del tren español el 61 por 100 de los trenes examinados.

Cuadro 2.º. — En este cuadro se relacionan, como ya anteriormente se ha indicado, las sobrecargas ais-

• AFRICA DEL SUR •



LOCOMOTORA DE VAPOR-TENDER



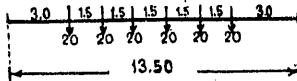
S³ UNIFORMES POR M.L.

• NICARAGUA •

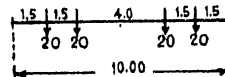


8.93 t.p.m.l.

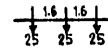
• PORTUGAL •



LOCOMOTORA ELECTRICA



VAGON



S³ AISLADAS.

nes con ejes que varían de 28,50 (India) a 20 (Suecia).

Por último, Suiza, con 9,87 Tn. por m. l. y ejes de 22.

Puede apreciarse que en los 22 trenes que prescriben sobrecargas superiores a las que en la Instrucción española se fijan, o sea 9,55 Tn., existen ejes todos ellos de pesos individuales superiores a los de esta Instrucción, en la que se fija como peso el de 22 toneladas.

Únicamente en aquellos 22 trenes fijan ejes de pesos inferiores en Finlandia y Suecia, con 20 Tn., y en Holanda con 17, y con el mismo peso de 22 toneladas en Dinamarca y Suiza.

Esto, que pudiera aparecer como anómalo, no lo es, pues las sobrecargas por m. l. se deducen no solamente en función de los pesos de los ejes, sino de su separación.

ladas e independientes de los trenes, por orden decreciente, de los pesos uniformemente repartidos por m. l. dependientes de aquellas que se prescriben en diez Instrucciones con 16 tipos de las mismas, y en esta relación España ocupa el décimo lugar, con una sobrecarga repartida de 24,3 toneladas.

Su posición relativa es algo mejor que la deducida en el cuadro anterior, pues tiene delante el 56 por 100 de las sobrecargas independientes relacionadas.

Influye en ello los pesos verdaderamente considerables que figuran en las Instrucciones canadienses con cuatro de sus tipos, y Estados Unidos de América; la Instrucción española está comprendida dentro de un grupo numeroso de sobrecargas que varía del 31,8 hasta 20,8 Tn. por m. l., comparables a la española.

Aunque su posición relativa, como ya se ha indicado, es algo mejor que la que aparece en el cuadro anterior, puede considerarse, desde luego, como desfavorable.

Cuadro 3.º. — En este cuadro se relacionan, como puede comprobarse, tomando como base los grupos de ejes acoplados y uniformando y homogeneizando los resultados obtenidos por m. l. producidos por estos grupos de sobrecargas, apareciendo también las fechas de las Instrucciones, para tratar de obtener de este dato algunas consecuencias.

La Instrucción española ocupa en esta relación el lugar 19; es decir, que siguiendo el mismo criterio que se ha fijado para examinar los dos cuadros anteriores, el número de las que delante de ella se encuentran, alcanza al 51 por 100 del total de los trenes examinados; es decir, un puesto algo mejor que el que aparece al examinar aquéllos.

En los primeros lugares se indican los ejes acoplados vigentes en Canadá, Estados Unidos y Brasil, coincidentes con los datos precedentemente examinados en los cuadros anteriores, pero así como en el segundo aparece España dentro de un numeroso grupo de pesos por m. l. producidos por los ejes acoplados, que pudiéramos llamar de sobrecarga media, en este cuadro las sobrecargas uniformes que también se pueden considerar como medias, varían entre 24,9 (Brasil y Alemania) y 20,8 (Italia), quedando por delante de España, con 19,5 toneladas.

Es decir, que, en definitiva, nuestra Instrucción puede considerarse como inferior y baja en relación a las vigentes para condiciones parecidas de explotación a las que corresponden a aquéllas.

Cuadro 4.º. — Los pesos de los ejes más cargados, generalmente los acoplados, son considerados en conjunto en el cuadro anterior, acarreado consecuencias en el piso y en las vigas principales; pero si se consideran aislados y se ordenan por su importancia, la consecuencia más directa es la de hacer trabajar fuertemente a los elementos del piso, y por esta razón en este cuadro así se colocan y se estudian en relación con este punto de vista y se examina también la situación en la Instrucción española.

Se aprecia que España ocupa el lugar 31 con ejes máximos de 22 Tn. Es decir, que como más pesados le anteceden en la relación el 57 por 100 de los examinados, o sea ocupando un puesto parecido al que le corresponde en el segundo cuadro, inferior al primero y superior al tercero.

De la observación general se obtiene siempre la misma consecuencia de que los primeros puestos examinados corresponden siempre a los trenes más pesados de las Instrucciones canadiense, americana y brasileña.

En este cuadro, por este concepto, España queda en el tercio inferior de la amplia relación del grupo correspondiente a la segunda decena, que comienza

con 28,5 (India) y termina en 20,0 Tn. para seis Instrucciones, existiendo además cuatro en las que el peso unitario correspondiente es el mismo que en la española, o sea de 22 toneladas.

La impresión deducida es que por este concepto ocupa una posición desfavorable, aunque puede considerarse algo mejor conceptualmente.

Cuadro 5.º. — Ya nos hemos ocupado de los datos de este cuadro, en el que se relacionan los ejes más pesados, según su orden cronológico de aparición.

Desde este punto de vista de carácter técnico, España ha sido uno de los países que más pronto tuvo Instrucción especial para esta clase de construcciones, y solamente la Instrucción canadiense es la que se anticipó, prescribiendo los ejes más pesados, cosa extraña, dada la época de su aparición.

No se deduce de este cuadro otra consecuencia digna de tenerse en cuenta.

Cuadro 6.º. — Pasemos por ahora, y siguiendo el mismo criterio y método, a darnos cuenta de la situación de la Instrucción, por lo que se refiere a las sobrecargas producidas por el material móvil remolcado por las locomotoras tipo ya varias veces mencionadas.

Se comentan solamente treinta casos distintos, por aparecer en algunas Instrucciones y para diversos trenes las mismas sobrecargas remolcadas.

Se ordenan, como siempre, los trenes por importancia decreciente de las sobrecargas uniformemente repartidas por metro lineal.

España, con 6,4 Tn. por m. l., ocupa el puesto 26; es decir, que quedan delante de ella el 83 por 100 del total, pudiendo apreciarse, desde este punto de vista, que su posición es todavía mucho más desfavorable que en todos los otros casos ya examinados.

La razón fundamental de ello se deriva de ser los ejes del vagón en ella prescritos, con 16 Tn., de los menos pesados de todas las relacionadas, con excepción de Chile, con 15 toneladas.

La mayor parte de los países relacionados, 17 entre 30, aparecen con sobrecargas prescritas uniformemente repartidas, sin describir el tipo del vagón correspondiente, existiendo entre ellos tres con sobrecargas inferiores, o sea Brasil, Canadá y South-Africa, a la que resulta en la española, pero correspondiendo su empleo a líneas de muy limitada importancia.

Conclusión.

Después de este examen y de las conclusiones expuestas para determinar el concepto que actualmente merece la Instrucción española, por lo que se refiere únicamente a las sobrecargas, he de deducir la oportuna conclusión derivada de las opiniones expuestas, fundadas en todas aquéllas.

Es evidente que el método seguido permite formar una opinión, aunque no verdaderamente basada en cálculos estrictamente científicos, que permiten lograr con todo rigor el conocimiento de los trabajos deducidos, momentos flectores y esfuerzos cortantes producidos por todos los trenes examinados, incluyendo, como es lógico, los producidos por los trenes españoles.

Esta labor es trabajosa, lenta, y llevaría mucho tiempo, impropio todo ello de publicaciones de esta clase, cuya única finalidad es desbrozar algún tanto el problema que se presenta, la incógnita que hay que despejar, que se condensa en el dilema:

¿Conviene o no mantener la actual Instrucción, o, por el contrario, modificarla en todo o en parte?

Por ello, lo que a continuación he de exponer es una opinión de carácter claramente personal y provisional, modificable o no, si se hiciera un estudio a fondo, muy alejado del que se debe exponer a los lectores de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

Se deduce de todo lo expuesto que es indiscutible que el tren tipo español precisa reformarle y colocarle en lugar más alto en todas las relaciones insertas en los expresados cuadros.

De la observación de la realidad también se deduce esta misma necesidad; en efecto, los ejes acoplados de la locomotora tipo de la Instrucción, de 22 Tn., ya están casi alcanzados, pues existen locomotoras de la serie 5 000, de la Renfe, con pesos oficiales de 21 Tn., pero es bien sabido que por algunos defectos en la conservación del material o por porque los muelles, en un momento dado, dejan algo que desear, el reparto del peso de la locomotora sobre los ejes acoplados no se hace de un modo uniforme; lo que obliga a pesadas y rectificaciones frecuentes, y ocurriendo, en ocasiones, que en el mismo eje y por análogas causas tampoco las dos ruedas pesan exactamente lo mismo; ello lleva a considerar que precisa elevar dicho tope en los ejes acoplados y, lógicamente, también los pesos de todos los ejes de la locomotora propiamente dicha y del tender.

¿Hasta qué límite?

Es evidente que las condiciones de la explotación de nuestra red nacional difieren considerablemente de las de los países en los cuales son oficiales aquellas Instrucciones tantas veces mentadas, en las que aparecen los ejes más cargados. Semeja más nuestra explotación a la que se desarrolla en buen número de países caracterizados por datos parecidos, pero con trenes superiores a los que se prescriben en la nuestra.

Procede, por lo tanto, obrar con cautela al elegir el nuevo tipo, elección, como ya se ha indicado, que se hace de un modo provisional y sin responsabilidad alguna oficial, pues es evidente que para ello hay que moverse entre dos extremos.

Uno de ellos corresponde a que, teniendo en cuenta la siempre creciente marcha de la importancia de los transportes, esto exigiría aumentar fuertemente las condiciones técnicas de las locomotoras, pues conviene prever en la que se elija un gran margen con relación a las condiciones de la época de su estudio, para salvar dichos crecimientos y no tener que rectificar en breve plazo; prueba del acierto de este criterio puede comprobarse precisamente con lo que ocurre en nuestra Instrucción actual, en la que, a pesar de sus veinticinco años de vida, todavía es utilizada en el presente.

Por otra parte y considerando también el perjuicio que puede ocasionar lo que pudiéramos llamar una exagerada previsión, que llevaría a efectuar considerables gastos si se quisiera ir disponiendo los tramos y las vías en consonancia con las sobrecargas recomendadas, pudieran proporcionar gastos y perjuicios sin fruto inmediato.

Entre estos dos criterios dispares es preciso moverse, y considero muy interesante copiar la conclusión adoptada en el pasado Congreso de Ferrocarriles, celebrado en Roma en 1950, sobre el particular, que dice:

“1.ª Conclusión. Generalidades. *Sobrecargas circulantes*. — Las sobrecargas adoptadas son bastante semejantes en todos los informes presentados, con excepción de la americana. Todas las Administraciones estiman haber llegado a un límite razonable.”

De ello se deduce que la opinión general de las Administraciones concurrentes al Congreso es la de considerar que, con excepción de las sobrecargas extraordinarias americanas, las demás están ajustadas a la realidad actual; ahora bien: como en España se ha demostrado anteriormente que nuestra Instrucción, y desde este punto de vista, se encuentra muy retrasada, procede, desde luego, abordar la modificación de este tan importante concepto.

No hay que olvidar tampoco que la tendencia moderna de generalizar las electrificaciones, sobre todo en las líneas importantes, dada la ventaja que representa, las locomotoras empleadas con este medio de tracción pesan menos que las de vapor y sus ejes también son de peso más reducido.

Esta circunstancia no debe olvidarse y quizá fuera lo más conveniente, como en algunos países se prescribe, relacionar el tipo de sobrecarga con el sistema de tracción empleado, aunque ello tiene el inconveniente de que en este caso podría ser una trabaja para la explotación tener tramos proyectados para sobrecargas más débiles, y por necesidades urgentes y de momento, tener que circular por las líneas correspondientes con locomotoras más pesadas.

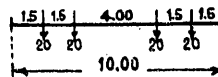
Todo ello me lleva a pensar, y repito sin carácter oficial alguno, sólo como labor de aficionado, que colocándose en el término medio conveniente, prever

como tipo de una nueva locomotora y de los vagones correspondientes las que se representan en la figura que a continuación se inserta.

Con los datos representados en el croquis anterior y siguiendo un criterio análogo al que ha presidido la confección de los cuadros y de la ordenación de las características de los diversos trenes, teniendo



LOCOMOTORA DE VAPOR



VAGON



SOBRECARGAS AISLADAS

do como base en casi todos ellos las sobrecargas uniformemente repartidas por metro lineal, nos daremos cuenta del lugar que en cada uno de ellos ocuparía el tren tipo compuesto del material representado en el croquis anterior.

Cuadro 1.º. — La sobrecarga uniformemente repartida por metro lineal, producida por las máquinas propuestas, resulta 11,4 Tn., lo que haría ascender al tren español del lugar 23 que ocupa en aquél. al 11, o sea ganando doce puestos, colocándose posterior al tren de Holanda.

Cuadro 2.º. — Las sobrecargas aisladas independientes de las locomotoras, producirán, por los ejes prescritos, una sobrecarga uniforme de 37,5 toneladas, ocupando el tercer lugar, después de los Estados Unidos, o sea ascendiendo siete lugares.

Cuadro 3.º. — Corresponde a las sobrecargas producidas por el grupo de ejes acoplados, motivando

una sobrecarga uniforme de 22,2 Tn. m. l., ganando ocho puestos, al pasar, después de Chile, al 14 lugar.

Cuadro 4.º. — Se colocan por orden de magnitud los ejes de pesos máximos, ocupando el tren propuesto el lugar 10, después de Inglaterra, ganando doce puestos.

Cuadro 6.º. — Como en el cuadro 5.º se repiten los datos presentados en el 4.º, solamente que ordenados cronológicamente, pasaremos al cuadro 6.º, donde se compara el material que forma los trenes remolcados por las locomotoras.

En este cuadro aparece el vagón propuesto, con una sobrecarga uniforme de 8 Tn. m. l., ocupando el lugar 12, después de Canadá, con ganancia de seis puestos; según el estudio anterior, ganaría doce puestos, pero en realidad sólo son ocho, pues hay seis trenes con la misma sobrecarga de 8 Tn. que la propuesta para el nuevo vagón.

Como final de este monótono y nada distraído estudio, repito lo que ya he dicho; es decir, que no pretendo afirmar que el tren indicado debe ser el elegido, sino que la Superioridad, si entiende que debe hacerse este estudio, desde luego más completo que el publicado, podrá con estos datos, obtenidos laboriosamente, disponer que puedan ser utilizados por quien, con más autoridad que yo, pueda hacer propuestas más concretas.