

SECCIÓN EXTRANJERA

Las cargas para los puentes metálicos de los ferrocarriles en Italia.—El Ingeniero Sr. Grismayer ha publicado recientemente, en la revista italiana *Giornale del Genio Civile*, un estudio muy completo de las cargas adoptadas para los cálculos de los puentes metálicos de las líneas italianas, deduciendo nuevos cuadros de cargas uniformemente repartidas, con arreglo al material y á los trenes más desfavorables de las redes del Mediterráneo y del Adriático. En la introducción de su memoria cita todas la tablas que se han usado en Italia, y la importancia del asunto nos mueve á reproducirlas aquí y á presentar resumidas en un cuadro gráfico las relativas á las cargas equivalentes á los momentos flectores, con el objeto de facilitar las comparaciones. Para que tales datos puedan ser de utilidad, será preciso indicar además la composición de los trenes á que corresponden, así como el peso y la distribución de las cargas entre los ejes de los vehículos que forman esos trenes.

El Sr. Grismayer se muestra partidario del sistema de cargas uniformemente repartidas, equivalentes á los trenes que desarrollan las acciones más perjudiciales, exponiendo con alguna extensión los argumentos en favor de este sistema, los cuales se presentaron, brevemente resumidos, en la Sección bibliográfica del número 13 del Boletín, al dar cuenta de un trabajo acerca de la misma materia leído por el Sr. Leber en el último Congreso internacional de ferrocarriles, trabajo que cita con aplauso el autor de la memoria que nos ocupa.

El primer estudio razonado en que se hizo ver la inexactitud de las reglas empíricas adoptadas anteriormente, fué una memoria del Ingeniero Sr. Biglia publicada en 1873 y titulada «Carico di prova delle travate metalliche per ferrovie». Su autor se propuso determinar las cargas uniformemente repartidas equivalentes á los trenes que circulaban por las líneas italianas en aquella época, dividiéndolas en tres clases: 1.ª ferrocarriles de llanuras; 2.ª ferrocarriles de pendientes medias; 3.ª ferrocarriles de montaña.

Para el primer grupo considera locomotoras de 33 toneladas con tres ejes acoplados y con tender separado; para el segundo, locomotoras de 36 toneladas; y para el tercero, máquinas de 4 ejes acoplados, del tipo Sigl, que producen una carga de 13 toneladas sobre cada eje.

Los trenes tipos que admitía se componían de dos locomotoras enganchadas con las chimeneas juntas y de un número indefinido de vagones.

El Sr. Biglia sólo se ocupó de las cargas equivalentes en cuanto á los momentos flectores, según la costumbre de aquella época, y llevó á cabo una labor penosa, no habiéndose valido de las propiedades de la fuerza mediana, que tanto limitan el número de tanteos.

Hé aquí el cuadro de cargas de Biglia y las correspondientes de la circular austriaca de Agosto de

1870, que se usaban en la misma época y se les asemejan bastante.

TABLA NÚM. 1

Luces. — Metros.	CARGAS UNIFORMES DE BIGLIA PARA LINEAS			Circular austriaca de 1870.
	Llanas. Toneladas.	Medias. Toneladas.	De montaña. Toneladas.	
1	24	26	26	26
1,50	16	17,4	17,4	17,5
2	12	13	13	15
2,50	9,6	11	11,5	14,2
5	7,5	10	10,3	10
10	5,2	7,6	7,7	8,3
15	4,4	6,1	6,1	6,7
20	4,3	5,6	5,6	5
30	4	5,3	5,3	4
35	»	5,2	5,2	»
40	»	5	5	»
45	»	4,8	4,8	»
50	»	4,6	4,6	»
60	»	4,2	4,2	»

En vista de la pequeña diferencia que resulta entre las cargas de la 3.ª y 4.ª columna, aconsejaba Biglia la adopción, en todas las líneas, de estas últimas cargas correspondientes á las líneas de montaña, exceptuando las líneas económicas que, como tales, renunciases expresamente al uso de las locomotoras más pesadas.

Observó este Ingeniero que, para luces inferiores á 7 metros, cuando sólo insisten en el tramo uno ó dos ejes de la locomotora, los valores de las cargas uniformemente repartidas deducidas del cálculo, son inferiores á las verdaderas, por el notable aumento que experimentan teniendo en cuenta el movimiento, y cita, en apoyo de su afirmación, ciertos experimentos que se acababan de realizar en Alemania, los cuales probaron que el eje delantero de una locomotora de 6 ruedas sufre en ocasiones momentáneamente una carga que puede llegar al doble de la normal, reduciéndose otras veces á la cuarta parte, mientras que para el eje posterior, el aumento casual llega á la mitad de su peso normal y la disminución al tercio.

En 1879, el Ingeniero de Gaetani construyó tablas de cargas uniformemente repartidas equivalentes, en cuanto á los esfuerzos cortantes, á los producidos por los mismos trenes considerados por Biglia. Calculó con el tren flector el peso p uniformemente repartido por metro lineal en las inmediaciones de los apoyos, y con el tren cortante, el p' correspondiente á la sección media; propuso la adopción, como diagrama de los esfuerzos cortantes, de la recta que une los extremos de las ordenadas $\frac{pl}{2}$ tomada en el apoyo, y $\frac{p'l}{8}$ tomada en el centro del tramo.

Hé aquí estas dos tablas, que sirvieron de complemento á las de Biglia.

TABLA NÚM. 2

ESFUERZOS CORTANTES EN LOS APOYOS

Luces. — Metros.	CARGAS UNIFORMES DE GAETANI PARA LÍNEAS		
	Llanas	Medias.	De montaña.
	Toneladas.	Toneladas.	Toneladas.
1	24	26	26
1,50	17,9	19,6	19,9
2	15,9	17,3	17,7
2,50	13,9	15,2	15,5
5	9,4	12,1	12,6
10	6,3	8,5	8,5
15	5,7	7,3	7,5
20	5,2	6,8	6,9
30	4,6	6	6
40	4,2	5,3	5,4
50	4	4,9	4,9
60	»	4,6	4,6
80	»	4,2	4,2
100	»	4	4

TABLA NÚM. 3

ESFUERZOS CORTANTES EN EL CENTRO DEL TRAMO

Luces. — Metros.	CARGAS UNIFORMES DE GAETANI PARA LÍNEAS		
	Llanas	Medias.	De montaña.
	Toneladas.	Toneladas.	Toneladas.
1	48	52	52
1,5	32	34,7	34,7
2	24	26	26
2,5	19,2	20,8	20,8
5	13,9	14,9	15,5
10	8,8	11,7	12,4
15	6,6	9,7	10
20	5,8	8,5	8,5
30	5	7	7
40	4,7	6,7	6,7
50	4,5	6,4	6,4
60	4,4	6,1	6,1
80	4,1	5,5	5,5
100	4	5,1	5,1
120	»	4,8	4,8
150	»	4,4	4,4

El Ingeniero de Gaetani, conforme con la opinión de Biglia, aconseja la adopción en todos los casos de las cargas correspondientes á los ferrocarriles de montaña.

En la red de ferrocarriles del Mediterráneo, han estado en vigor durante algún tiempo las siguientes cargas calculadas por el Ingeniero Sr. Castigliano, partiendo como base de locomotoras de 4 ejes, análogas á las admitidas por Biglia, y con la misma composición de trenes.

TABLA NÚM. 4

CARGAS ANTIGUAS DE LA RED DEL MEDITERRÁNEO

Luces. — Metros.	CARGA PARA LOS		Luces. — Metros.	CARGA PARA LOS	
	Momentos flectores.	Esfuerzos cortantes.		Momentos flectores.	Esfuerzos cortantes.
	Ton. met.	Tonelada.		Ton. met.	Toneladas.
1	26	26	30	5,2	6
1,50	17,3	23,5	40	4,9	5,5
2,00	13	17,6	50	4,6	5,2
2,50	11,5	15,4	60	4,4	4,9
5	10,2	12,5	80	4,1	4,6
10	7,6	8,4	100	3,8	4,4
15	5,9	7,4	120	3,8	4,3
20	5,5	6,8	150	3,7	4,1

Omitimos el cuadro correspondiente al decreto de 28 de Septiembre de 1888, cuyas cargas coinciden casi exactamente con las del cuadro precedente; bastará indicar que dicho decreto sólo prescribe las cargas correspondientes á luces inferiores á 40 metros, y exige, para luces mayores, una justificación de las que se admitan en cada caso particular.

Posteriormente se ha adoptado en la misma red otro cuadro de cargas que tiene en cuenta el material móvil usado actualmente. Se compone de locomotoras de 4 ejes de 14 toneladas, tipo Sigl, con dos interejos de 1,28 metros y uno de 1,54.

Los tenders son de tres ejes de 10 toneladas con interejos de 1,45 metros y de 1,55, y los vagones de 10 toneladas sobre cada eje, con interejos de 1,82 metros.

Esta tabla se ha obtenido, como la precedente, determinando el máximo momento flector cerca de la sección central y el máximo esfuerzo cortante en las inmediaciones del apoyo, éste último, con el tren flector y con el tren cortante para elegir el más desfavorable.

Hé aquí la tabla:

TABLA NÚM. 5

CARGAS ADOPTADAS ACTUALMENTE EN LA RED DEL MEDITERRÁNEO

Luces. — Metros.	CARGA PARA LOS		Luces. — Metros.	CARGA PARA LOS	
	Momentos flectores.	Esfuerzos cortantes.		Momentos flectores.	Esfuerzos cortantes.
	Ton. met.	Toneladas		Ton. met.	Toneladas.
1	28	28	30	5,7	6,6
1,50	18,6	21,4	40	5,5	6,1
2	14	19	50	5,2	5,7
2,50	12,4	16,7	60	4,9	5,4
5	11,1	13,5	80	4,5	5,1
10	8,2	9,1	100	4,3	4,9
15	6,5	8,1	120	4,2	4,7
20	5,9	7,4	150	4,1	4,6

En la red de ferrocarriles del Adriático, se adoptaron hasta 1882 las cargas de Biglia y de Gaetani, habiendo sido modificadas en esta época para algunas luces, por habersé admitido locomotoras de 4

ejes, del tipo Adam Smith, con un peso de 48 toneladas.

Posteriormente se han estudiado nuevas cargas, partiendo de locomotoras de 4 ejes; 3 de ellos son de 14,5 toneladas y el 4.º de 13, con interjes de 1,36 metros. Los tenders son de tres ejes de 9 toneladas con interjes de 1,83 metros. El tren tipo se compone de tres locomotoras del modelo indicado y un número indefinido de vagones de 12 toneladas.

Las cargas obtenidas son las de la siguiente tabla:

TABLA NÚM. 6

CARGAS ADOPTADAS EN LA RED DEL ADRIÁTICO

Luces. — Metros.	CARGA PARA LOS		Luces. — Metros.	CARGA PARA LOS	
	Momentos flectores.	Esfuerzos cortantes.		Momentos flectores.	Esfuerzos cortantes.
	Ton. met.	Toneladas.		Ton. met.	Toneladas.
1	30	30	30	5,7	6,6
1,5	20	21,4	40	5,5	6,3
2	15	19,4	50	5,4	5,9
2,50	12,6	17,1	60	5,1	5,6
5	11,2	13,3	80	4,6	5
10	8,4	9	»	»	»
15	6,6	8,1	»	»	»
20	6,1	7,5	»	»	»

Las tablas 5 y 6 dan las cargas uniformemente repartidas que se adoptan en la actualidad en las principales líneas de Italia.

El Ingeniero Sr. Grismayer ha llevado á cabo un estudio nuevo muy minucioso, después de una información completa respecto á las condiciones del material móvil empleado en las redes del Mediterráneo y del Adriático, y de sus combinaciones para formar trenes; puede decirse que estos trenes corresponden á los que Leber llama *pesados*. (V. la *Sección bibliográfica* del núm. 13 del BOLETÍN, pág. 270); no es posible entrar aquí en detalles acerca de este punto, ni seguir al autor en los prolijos desarrollos que le conducen á la determinación de las cargas que propone; son las que figuran en las tablas siguientes:

TABLA NÚM. 7

ESCALA DE LAS SOBRECARGAS PROPUESTAS POR GRISMAYER PARA LOS MOMENTOS FLECTORES

Luces. — Metros.	Sobrecargas por metro lineal. — Toneladas.	Luces. — Metros.	Sobrecargas por metro lineal. — Toneladas.	Luces. — Metros.	Sobrecargas por metro lineal. — Toneladas.
1	40	11	7,9	55	5,5
1,50	26,6	12	7,55	60	5,4
2	20	13	7,2	70	5,2
2,50	16	14	6,9	80	5,1
3	14	15	6,8	90	4,9
4	12,4	20	6,4	100	4,7
5	11,6	25	6,1	110	4,6
6	11	30	5,9	120	4,5
7	10,4	35	5,8	130	4,4
8	9,75	40	5,7	140	4,3
9	9,15	45	5,6	150	4,2
10	8,50	50	5,55	160	4,1

TABLA NÚM. 8

ESCALA DE LAS SOBRECARGAS PROPUESTAS POR GRISMAYER PARA LOS ESFUERZOS CORTANTES

Luces. — Metros.	Sobrecargas por metro lineal. — Toneladas.	Luces. — Metros.	Sobrecargas por metro lineal. — Toneladas.	Luces. — Metros.	Sobrecargas por metro lineal. — Toneladas.
1	40	11	8,8	55	6
1,50	26,6	12	8,5	60	5,8
2	20	13	8,3	70	5,6
2,50	17,55	14	8,25	80	5,4
3	16,25	15	8,2	90	5,3
4	14,6	20	7,5	100	5,2
5	13,5	25	7	110	5,1
6	12,5	30	6,7	120	5
7	11,5	35	6,6	130	4,9
8	10,5	40	6,4	140	4,8
9	9,7	45	6,3	150	4,7
10	9,1	50	6,1	160	4,6

En el adjunto cuadro gráfico se representan las curvas correspondientes á las tablas que preceden, relativas á las cargas equivalentes en cuanto á los momentos flectores, para facilitar su comparación. Hemos añadido, con este mismo objeto, las correspondientes á la circular francesa de Julio de 1877, y de la austriaca de Septiembre de 1887, que son las más conocidas de los ingenieros españoles. Las cargas relativas á los esfuerzos cortantes no se prestan á una comparación análoga, por referirse á métodos de cálculo muy diferentes.

Los filtros de arena —Según el *Scientific American*, se han realizado en Lawrence experimentos acerca de la filtración al través de la arena, por la Dirección de higiene del Estado de Massachussets, los cuales han dado por resultado la construcción de un filtro que la mencionada revista americana describe en estos términos:

Tiene una superficie de una hectárea con un espesor medio de 1,37 metros de arena.

El espesor de esta capa de arena varía de 0,91 metros á 1,52 metros; pero la disposición de los drenes subterráneos hace que el agua pase al través de un espesor mínimo de 1,50 metros de arena. El filtro está situado en la margen del río Merrimac, del cual lo separa un dique; su superficie está á 0,60 metros por bajo del nivel del estiage, y el río corre sobre el filtro durante unas diez y seis horas diarias; durante el resto del tiempo se vacía y sus poros se llenan de aire.

El agua filtrada es conducida á un depósito, desde el cual es impelida, por medio de bombas, al depósito de la distribución, que puede contener 18.000 metros cúbicos, y desde donde el agua se distribuye por toda la ciudad por la acción de la gravedad. El juego de las bombas determina la velocidad de la filtración; está regulado de modo que asegure la filtración de 22.500 metros cúbicos de agua cada veinticuatro horas.

El filtro se halla en servicio desde el 20 de Sep-