

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 15 DE MARZO DE 1892.

4.ª Serie.

Tomo 10.

Número 5.º

AÑO XL DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

Ferrocarril de Bilbao á Lezama, por D. J. L. Torres Vildósola.—La exportación de vinos por ferrocarriles de la Compañía del Norte, por D. Enrique Dorda.—Nuevas locomotoras mixtas de gran velocidad de la Compañía de caminos de hierro del Este de Francia.—Lámina 126: *Ferrocarril de Bilbao á Lezama*.

SUMARIO DEL BOLETÍN.—Túnel del ferrocarril del West Chicago Street, en Chicago.—Empleo del hormigón en la construcción de grandes edificios.—Noticias.—Bibliografía.—Parte oficial.—Subastas.—Adjudicaciones.—Movimiento del personal de Obras públicas.

FERROCARRIL DE BILBAO Á LEZAMA ⁽¹⁾

(Conclusión.)

JUEGO DE LA VÍA Y ENSANGHE DE LAS MISMAS EN LAS CURVAS

En las alineaciones rectas el ancho de la vía será el normal, de un metro entre los bordes interiores de los carriles.

El juego total, como ya hemos dicho, será de 30 milímetros, tanto para las ruedas de los coches y vagones como de las locomotoras, de manera que la separación entre el borde interior del carril y el nacimiento de la pestaña será de quince milímetros.

Para facilitar el paso de los vehículos en las curvas es conveniente ensanchar la vía en éstas.

Es sumamente difícil determinar matemáticamente el valor de este ensanche para los diferentes radios, puesto que el radio de las ruedas, la distancia entre ejes de los vehículos, el juego de la vía, etc., son factores de los que en cada caso depende.

La fórmula anterior, que determina para cada curva el juego total necesario para que las dos ruedas de un mismo eje puedan recorrer sin deslizamiento las dos filas de carriles, puede aplicarse también para obtener aproximadamente el ensanche que conviene dar á la vía en las curvas, si

(1) Véase la REVISTA del 29 de Febrero de este año, pág. 49.

bien los resultados que de este modo se obtengan no pueden admitirse en absoluto, pues como ya hemos visto se obtendrían cifras demasiado elevadas para las curvas de pequeño radio.

Haciendo el cálculo para las máquinas y vagones de mercancías, en los cuales los radios medios de las ruedas son respectivamente 0m,46 y 0m,35, se obtiene los resultados siguientes:

	R = 80	R = 100	R = 110	R = 140	R = 150	R = 200	R = 250	R = 300	R = 500	R = 1000
	Ensche.	Ensche.	Ensche.	Ensche.	Ensche.	Ensche.	Ensche.	Ensche.	Ensche.	Ensche.
Máquinas.	0m,072	0m,052	0m,044	0m,028	0m,024	0m,011	0m,03	»	»	»
Vagones..	0m,048	0m,032	0m,026	0m,014	0m,011	0m,001	»	»	»	»

Del cuadro anterior se deduce que el ancho de 1m,00, teniendo en cuenta la inclinación de los carriles y el juego de la vía adoptados, permite que las ruedas de las locomotoras puedan recorrer sin deslizamiento las dos filas de carriles de una curva de 250 metros y las de los vagones la de la curva de 200 metros de radio.

El ensanche que para satisfacer á esta condición sería preciso dar á la vía con arreglo á las cifras anteriores es demasiado elevado para pequeños radios.

Por estas razones, y en vista de los resultados satisfactorios obtenidos en la línea de Durango á Zúñiga, en la que durante los años que lleva en explotación se ha podido determinar el ensanche más conveniente, y teniendo en cuenta que las condiciones del ferrocarril de Bilbao á Lezama en lo que al trazado, máquinas y vehículos se refiere son análogas, hemos adoptado para los radios de 80, 100 y 110, los ensanches comprobados como más convenientes en aquella línea, y para los demás radios los términos medios deducidos del cuadro anterior, adoptando en definitiva las cifras siguientes:

		Ancho de la vía.	
Curvas de	80	metros de radio.	1m,03
—	100 y 110	—	1m,025
—	140	—	1m,02
—	150	—	1m,015
—	200	—	1m,01
—	250	— en adelante.	1m,00 (ancho normal).

ELEVACIÓN DEL CARRIL EXTERIOR EN LAS CURVAS

Varias son las fórmulas que se emplean para determinar el aumento de elevación del carril exterior ó peralte en las curvas.

La fórmula $\frac{ev^2}{gR}$ establecida considerando sólo la fuerza centrífuga, da valores demasiado débiles para las de pequeño radio.

La adoptada en varios ferrocarriles de vía normal de Francia, y cuyos resultados ha sancionado la experiencia, es $\frac{V}{R}$; siendo V la velocidad en kilómetros por hora, y R el radio de la curva.

Teniendo en cuenta la diferencia de ancho de las vías (1^m,00 y 1^m,45), hay que multiplicar las cifras obtenidas por un coeficiente igual á

$$\frac{1,00}{1,45} = 0,69.$$

Los peraltes deducidos aplicando esta fórmula son casi iguales á los que después de muchas experiencias se han adoptado en el ferrocarril de vía estrecha de Hermes á Beaumont y á los establecidos en la línea de Durango á Zumárraga, en el que han dado buenos resultados, por lo cual la hemos empleado para determinar el peralte en el ferrocarril de Bilbao á Lezama, teniendo en cuenta la velocidad máxima de los trenes según las pendientes y curvas máximas del trazado en las tres secciones en que, bajo este punto de vista, puede subdividirse la línea.

Los resultados obtenidos para velocidades de 16, 20 y 30 kilómetros por hora, se expresan en el cuadro siguiente:

	R = 80	R = 100	R = 110	R = 140	R = 150	R = 200	R = 250	R = 300	R = 500	R = 1000
	Peralto.	Peralto.	Peralto.	Peralto.	Peralto.	Peralto.	Peralto.	Peralto.	Peralto.	Peralto.
Velocidad 16 kils. . .	0 ^m ,14	0,11	0,10	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
Velocidad 20 kils. . .	0 ^m ,17	0,14	0,12	0,10	0,09	0,07	0,06	0,04	0,02	0,01
Velocidad 30 kils. . .	»	0,20	0,18	0,14	0,13	0,10	0,08	0,07	0,04	0,02

Los peraltes deducidos para la velocidad de 20 kilómetros en las curvas de 80 metros, y para los de 30 kilómetros en las de 100, 110 y 140 metros de radio, son demasiado fuertes, por lo cual, y teniendo en cuenta que al paso por las mismas ha de reducirse la velocidad, la cual nunca deberá exceder de 16 kilómetros por hora en las de 80 metros, y de 20 kilómetros

en las restantes, hemos adoptado como límite máximo del peralte 0^m,14, aplicándose el que corresponda en cada caso, con arreglo al cuadro anterior, cuando sea inferior á dicho límite.

El peralte se obtendrá repartiendo el desnivel entre las dos filas de carriles, ó sea rebajando el nivel de la interior y elevando el de la exterior de una cantidad igual á la mitad del peralte total.

Este se repartirá por igual á ambos lados de la tangente de la curva, adoptando para el empalme una curva parabólica.

CAMBIOS DE VÍA

Las agujas, corazones y contracarriles de los cambios de vía, serán también de acero Bessemer.

Hemos adoptado un solo tipo de cambio con ángulo de cruzamiento de 9°, correspondiente á una curva de 80 metros de radio.

Los diversos elementos del cambio se han deducido de los datos y fórmulas siguientes:

Ángulo de cruzamiento, $\alpha = 9^\circ$.

Radio de la curva, $R = \frac{2e}{\lg^2 \alpha} = 80$ metros.

Longitud del cambio, $d = \sqrt{2Re} = 12,65$ metros.

Longitud de las agujas, $l = \sqrt{2R(0,05 + 0,05)} = 4$ metros.

En estas fórmulas, l es el ancho de la vía; 0,05 el ancho de la cabeza del carril, así como también el intervalo entre el carril y el contracarril en el cruzamiento.

La junta de las agujas y contra-agujas de los carriles de cada una de las vías se establecerá sobre traviesas. Las agujas se apoyarán sobre traviesas colocadas á 0^m,50 de distancia.

En el intervalo comprendido entre las agujas el cruzamiento de la vía se apoyará sobre traviesas, cuya longitud aumentará hasta alcanzar la de tres metros en la unión del corazón con los carriles de las vías recta y desviada.

III

RESISTENCIA DE LAS TRAVIESAS

Presión del carril sobre la traviesa.—El ancho de la traviesa es de 0^m,18. Suponiendo que el carril se apoye por lo menos en 0^m,14, la superficie de contacto será 0^m,084 $\times$ 0^m,14 = 0^m,011,76.

La presión máxima que puede tener lugar sobre la traviesa es la ocasionada por el paso de una rueda que pesa 4.500 kilogramos.

La presión por unidad de superficie referida al centímetro cuadrado será, por consiguiente

$$P = \frac{4.500}{117,60} = 38,26 \text{ kilogramos por centímetro cuadrado.}$$

Apoyándose el carril sobre todo el ancho de la traviesa, la superficie de contacto será

$$0^m,084 \times 0^m,18 = 0^m,015.12$$

y la presión

$$P = \frac{4.500}{134,40} = 29,76 \text{ kilogramos por centímetro cuadrado.}$$

Presión de la traviesa sobre el balasto.—La traviesa sobresale por cada lado $0^m,45$ del eje de los carriles.

Aun suponiendo que la presión se reparta en igual longitud á los dos lados, ó sea sobre una longitud total de $0^m,90$, como el ancho de la traviesa es $0^m,18$, la superficie de apoyo es

$$S = 0,90 \times 0,18 = 0^m,162.$$

Con la carga máxima de 4.500 kilogramos, la presión sobre el balasto, referida al centímetro cuadrado, será

$$p = \frac{4.500}{1.620} = 2,78 \text{ kilogramos por centímetro cuadrado.}$$

Resistencia de la traviesa á la rotura.—Hemos supuesto que la traviesa reparte la presión á la distancia de $0^m,45$ á los dos lados del carril.

Suponiendo que esta presión se halle uniformemente repartida, puede expresarse por dos reacciones, distantes de $0^m,45$ y situadas simétricamente con relación al eje del carril, y cuyo valor total será la presión que el carril ejerce sobre la traviesa, ó sea

$$Q \ 0 = P = 4.500.$$

Estas reacciones ocasionan en aquélla y debajo del carril un momento de flexión, cuya expresión es

$$M = \frac{Pl}{4} = \frac{4.500 \times 0,45}{4} = 506,25 \text{ kilogramos.}$$

La sección más débil es la que corresponde al máximo de la entalla-

dura practicada para apoyar los carrilos. Como la inclinación de éstos es $\frac{1}{17}$ y las placas de asiento tienen 15 centímetros de anchura, la mayor entalladura de la traviesa no excederá de un centímetro, quedando por lo tanto reducido su grueso á 11 centímetros.

El esfuerzo máximo á que estarán sometidas las fibras de la madera está expresado por

$$R = M \cdot \frac{V}{I}$$

y como

$$\frac{V}{I} = \frac{5,56}{\frac{1}{12} \times 18 \times 11^3} = \frac{5,50}{1.996,50} = 0,002754$$

tendremos

$$R = 506,25 \times 0,002754 = 139,42 \text{ kilogramos por centímetro cuadrado.}$$

Las cifras que resultan para los diferentes esfuerzos á que ha de hallarse sometida la traviesa, demuestran que se encuentra en buenas condiciones de resistencia.

El máximo esfuerzo de compresión, ó sea 38 kilogramos por centímetro cuadrado, es muy inferior al décimo de la carga de rotura admitida para la madera de roble.

El valor obtenido para el máximo esfuerzo á que han de estar sometidas las fibras de la traviesa es más considerable y es aproximadamente igual á $\frac{1}{4}$ de la carga de rotura por compresión y á $\frac{1}{6}$ de la de extensión, admitidas para el roble.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el dicho esfuerzo ha de ser muy inferior á la cifra que hemos obtenido, pues es evidente que la hipótesis que hemos admitido para el cálculo y que consiste en suponer la traviesa á ambos lados del carril como apoyada por sus extremos y cargada en su punto medio, no se verificará nunca en la práctica, porque precisamente la parte situada debajo del carril es la que siempre se batea con más cuidado.

De todos modos, el esfuerzo no es excesivo, como lo prueban el que traviesas de menores dimensiones en otros ferrocarriles de esta provincia resisten perfectamente, y no se ha dado el caso de que se rompan; y aun en los ferrocarriles de vía ancha los valores obtenidos haciendo análogo

cálculo son mayores. Por ejemplo, para las traviesas del ferrocarril del Norte de Francia, el valor del esfuerzo de rotura es de 144 kilogramos por centímetro cuadrado.

Bilbao 26 de Octubre de 1891.

El Ingeniero,

JOSÉ DE TORRES VILDÓSOLA.

LA EXPORTACIÓN DE VINOS

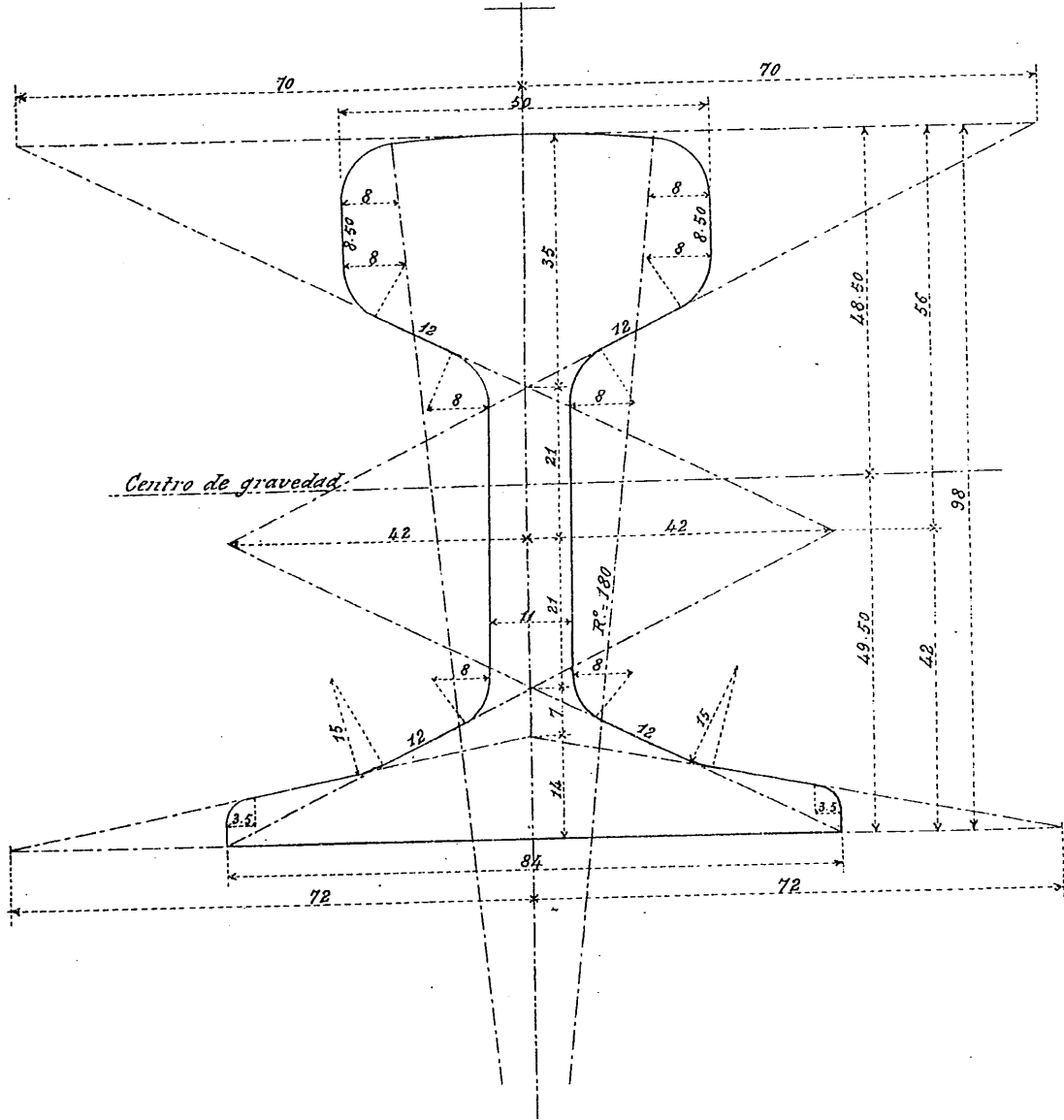
POR FERROCARRILES DE LA COMPAÑÍA DEL NORTE

La exportación á Francia de los vinos españoles antes de la expiración de nuestro tratado comercial con la vecina República, llegó á hacerse una cuestión nacional por lo que afectaba á la riqueza del país. La fecha del 31 de Enero implicaba un plazo harto angustioso y que exigía el empleo de una gran actividad, si había de conseguirse que la producción de la última cosecha, ya que no en totalidad en su mayor parte, gozara, á su introducción en Francia, de los beneficios de aquel convenio. De aquí el interés con que la pública expectación siguió todos los incidentes de la campaña de exportación y la intervención tomada en los momentos necesarios por el Gobierno para impulsarla y favorecerla, dictando aquellas medidas que pudiesen tender á hacer más fructífero el esfuerzo de todos y cada uno de los llamados á ser parte actora en asunto de tan vital importancia.

Las líneas de nuestros ferrocarriles que, atravesando las comarcas productoras de vinos, van á terminar en puntos de la frontera francesa, ó en puertos de condiciones apropiadas, por una ú otra circunstancia, para ese movimiento de exportación, tenían que jugar un principalísimo papel, como obligadas á verificar los transportes en la medida que garantizase los intereses del comercio. Cómo han hecho frente las Compañías á un acrecentamiento de tráfico producido momentáneamente y en proporciones anormales, y hasta qué punto han sabido ó podido llenar su misión, es asunto seguramente digno de particular estudio, porque puede aportar un dato interesante, bajo el punto de vista de la capacidad de transporte de que son susceptibles nuestras líneas férreas.

Testigos presenciales de lo ocurrido en una sección principalísima de ferrocarril, nos proponemos decir algo sobre esos conceptos, sin intentar otra cosa que consignar algunos apuntes que puedan servir para aquel estudio, y previa la advertencia de no ser nuestro ánimo, en manera alguna,

Seccion del carril.



Seccion de la brida.

