

SUPERSTRUCTURA

DE LA

VÍA FÉRREA PARA TROCHA DE 1,000 M.

Por RAUL CLARO SOLAR i RUPERTO ECHEVERRIA S.

(Continuacion)

Aplicando a la resolucion de esta cuestion el método gráfico que indica Michel en su estudio sobre la circulacion de las locomotoras i de los wagones en las curvas (1) se llega a concluir que, con los datos apuntados, la locomotora Rogers no podrá circular, en las curvas de 80 m. de radio. Para que la circulacion sea posible, seria indispensable dar un ensanche de 15 mm. mas o ménos.

Esto obliga a contar en curva con un juego total máximo de 27 mm., juego que no sería excesivo en recta. La observacion anterior manifiesta que habria conveniencia en modificar el calaje de la ruedas en forma tal que asegurara un juego de 25 mm. mas o ménos: con este dispositivo se evitaria el ensanche de la vía en las curvas.

Pero, debiéndonos referir aquí al material rodante en servicio, es indispensable contar con el ensanche máximo de 15 mm. a que nos hemos referido.

Un cálculo análogo al anterior nos ha permitido reconocer que se puede suprimir el ensanche para las curvas de radio igual o superior a 200 m.

Partiendo de estos resultados i efectuando los cálculos del caso para las curvas de radio comprendido entre 80 i 200 m., hemos formado el cuadro siguiente:

Radio de la curva, en m.	Ensanche, en mm.
80	15
110	10
140	5
200	0

(1) MICHEL.—La circulation des locomotives et. des wagones dans les courbes. (*R. G. des Ch. de F.*) 1884.

3. *Acordamientos.* El enlace de las curvas con las alineaciones inmediatas deberá ejecutarse por medio de acordamientos parabólicos u otros análogos.

La necesidad de estos acordamientos es de gran importancia en las líneas de trocha de 1,060 m., por cuanto en dichas líneas, si bien las velocidades son mas reducidas que en las de trocha ancha, las curvas son mucho mas estrechas i se siguen muchas veces, a cortas distancias (2).

Para no complicar la presente memoria, hemos dejado para un informe separado el estudio del acordamiento a que nos referimos, así como el de los acordamientos de las inclinaciones diferentes del perfil longitudinal.

4. *Disposicion de los diversos elementos de la superestructura.*—a). *Lastre.*—El espesor del lastre bajo los durmientes será el mismo que se emplea en las alineaciones. En las curvas estrechas, es decir, en aquellas cuyo radio sea inferior a 300 m., se dará 0,70 m. a la banqueta de lastre del lado exterior de la curva, contando esa dimension a partir del eje del riel.

Todavía mas, en curvas mui cerradas i que se encuentran colocadas en circunstancias especialmente peligrosas, habrá que adoptar dispositivos especiales para interesar en la resistencia transversal a la masa de lastre comprendida entre los durmientes i bajo ellos.

De mas está observar que la cara superior de la plataforma se dispondrá en las curvas paralelamente a los durmientes, es decir con la inclinacion determinada por el peralte.

b). *Distribucion de los durmientes.*—Como en línea recta, se emplearán en la enrielladura 15 durmientes por riel. Los durmientes se colocarán normales a la vía, con escepcion de los de junta que tendrán direcciones paralelas entre sí i que formarán un mismo ángulo con los radios de la curva que pasan por sus centros respectivos. La distancia entre los durmientes es medida por la cuerda del arco de curva comprendida entre sus centros.

c). *Amarras del riel sobre los durmientes.*—Todos los durmientes intermedios llevarán sillas de asiento o de detencion; los de junta recibirán directamente el eclisaje.

El número de sillas de detencion por riel deberá ser tanto mayor cuanto menor sea el radio de la curva. Hemos aceptado la colocacion de 5 sillas por riel en la enrielladura de las curvas hasta 300 m. de radio; para curvas de radios superiores a 300 m. i pendientes de 0,02 i mas se colocarán 3 sillas de detencion por riel, i solo 2 sillas en las mismas curvas con pendientes inferiores a 0,02.

d). *Distribucion de los rieles.*—Será necesario calcular ante todo la longitud del riel corto que permita realizar en buenas condiciones la enrielladura de las curvas.

En una curva de 80 m. de radio, el desarrollo que en la fila interior corresponde a un desarrollo de la fila exterior igual a 10 m., en la vía de 1,000 m. de trocha, es igual a:

(2) LEDOUX. — *Description de quelques chemins de fer à voie étroite*, 1874.

SARTRIAUX et BANDERALLI. — *Les chemins de fer de la Corse*, 1883 i (*R. G. des. Chs de F.*) 1884.

HUMBERT. — *Traité des chemins de fer d'intérêt local*, 1893.

HUET. — *Ferrocarril Trasandino por el Juncal*, 1903.

$$10 \frac{80 - \frac{1,052}{2}}{80 + \frac{1,052}{2}} = 9,870 \text{ m.}$$

Como la diferencia entre esta longitud i el largo de 10 m. del riel normal es igual a 0,13 cm., si solo se dispusiera de aquella dimension de riel corto, podria suceder que el avance de las juntas de una fila de rieles con respecto a las de la otra fuera igual a 0,065 cm., lo que no es aceptable en la práctica; por este motivo se hace necesario adoptar un riel corto de longitud intermedia entre aquéllos.

Para la curva de 120 m. de radio, el riel que realizaria la correspondencia de las juntas tendria como largo:

$$10 \frac{120 - \frac{1,052}{2}}{120 + \frac{1,052}{2}} = 9,915 \text{ m.}$$

siendo la diferencia entre este riel i el normal de solo 0,085 m., lo que es aceptable.

En resumen adoptaremos dos longitudes de rieles cortos:

riel corto para curvas de 80 m. a 120 m. de radio = 9,870 m.

riel corto para curvas de 120 m. i mas de radio = 9,915 m.

Para la enrielladura de las curvas de 120 m. i mas de radio, colocaremos en la fila exterior solo rieles largos i en la interior rieles largos i rieles cortos de 9,915 m. Llamando l el desarrollo de la fila interior de rieles en una curva de radio R i $l + \Delta l$ el desarrollo correspondiente para la fila exterior, llamando tambien n el número de rieles largos de la fila exterior, n' el número de rieles largos de la fila interior i n'' el número de rieles de 9,915 de la misma fila, es fácil ver que los valores de n , n' n'' se calcularán por las fórmulas siguientes:

$$n = \frac{l + \Delta l}{10}$$

$$n'' = \frac{\Delta l}{0,085}$$

$$n' = n - n''$$

Para las curvas de 80 m. a 120 m. de radio esclusiva, colocaremos solo rieles largos en la fila exterior disponiendo en la fila interior solo rieles cortos de 9,870 i 9,915. Segun

esto i llamando n'' el número de rieles cortos de 9,915 m. i n''' el número de rieles cortos de 9,870 m., tendremos:

$$n = \frac{l + \Delta l}{10}$$

$$n'' = \frac{\Delta l}{0,045} - \frac{0,085}{0,045} \quad n = \frac{\Delta l}{0,045} - 1,889 \quad n.$$

$$n''' = n - n''$$

Aplicando las fórmulas anteriores i dando a R una serie de valores a partir de 80 m., hemos formado el cuadro siguiente, en el cual pueden consultarse los números de rieles largos i cortos necesarios para la enrielladura de un kilómetro de curva de radio dado.

Radio de la curva, en m.	Número de rieles de 10 m.		Número de rieles cortos al interior	
	Al exterior	Al interior	Rieles de 9,915 m.	Rieles de 9,870 m.
80	101	0	0	101
90	101	0	31	70
100	101	0	57	44
120	101	0	96	5
150	101	18	83	0
180	101	32	69	0
200	101	39	62	0
250	101	51	50	0
300	101	59	42	0
350	101	65	36	0
400	101	70	31	0
450	101	73	28	0
500	101	76	25	0
600	101	80	21	0
700	101	83	18	0
800	101	85	16	0
1000	101	89	12	0
1500	101	93	8	0
2000	101	95	6	0
3000	101	97	4	0
4000	101	98	3	0

NOTA.—En realidad las longitudes de vía enrielladas en la forma indicada en el presente cuadro no corresponderán exactamente a un kilómetro, por cuanto hemos debido redondear los números fraccionarios de rieles que resultan del cálculo exacto.

En la práctica, la colocación de los rieles en la fila interior deberá asegurar que el avance o retraso de la juntura de dicha fila con respecto a la exterior no exceda de:

para las curvas de 80 a 120 m. de radio $\frac{9,915-9,870}{2} = 0,0225$ m.

para las curvas de 120 m. i mas de radio $\frac{10,000-9,975}{2} = 0,0425$ m.

5. *Detalles de ejecucion.*—En las curvas de pequeño radio habrá que encorvar los rieles para evitar jarretes demasiado bruscos en la juntura. Si fijamos en 300 m. el radio de la curva bajo el cual es necesaria la encorvadura, podemos calcular fácilmente el jarrete que, para las curvas de radio mayor, se producirá por efecto de colocar en ellas rieles rectos de 10 m., en efecto, la flecha en el centro subtendida en una curva de 300 m. de radio por una cuerda de 10 m. de largo será igual a

$$\frac{\frac{5.00^2}{2 \times 300}}{2} = 0,0416 \text{ m.}$$

y la inclinacion que corresponderá a esa flecha valdrá:

$$\frac{0,0416}{5} = 0,0083$$

que es la tangente de un ángulo de 28' 24".

Debemos así mismo insistir sobre la manera de dar el peralte i el ensanche en las curvas.

Habiendo reconocido ya la necesidad de recurrir al empleo de enlaces parabólicos, se deberá dar el peralte de un modo tal que en el orijen de la curva de enlace tenga un valor 0, el cual irá aumentando hasta tomar su valor correspondiente σ en el orijen de la curva circular. No habrá así ningun punto en que el peralte sea superior o inferior al previsto, obteniéndose con esta solucion el mayor aprovechamiento de los enlaces parabólicos.

En cuanto al ensanche, deberá igualmente darse de una manera gradual en toda la estension de la curva de enlace.

En un informe posterior, relativo a los acordamientos, nos ocuparemos detenidamente de la cuestion que ahora dejamos solo definida en jeneral.

6. *Disposiciones especiales para el caso de curvas mui cerradas.*—En el caso de curvas mui estrechas i que se encuentren colocadas en circunstancias escepcionales que harian mui serias las consecuencias de un accidente cualquiera, hai que preocuparse especialmente de asegurar la estabilidad transversal de la vía para evitar los derielamientos.

Con tal objeto, hemos proyectado una disposicion especial para las curvas de 120 m. i ménos de radio colocadas en las circunstancias indicadas, disposicion que consiste en el empleo de un guarda riel interior i en la colocacion al exterior de la curva de tablones solidarios de los durmientes.

En los planos adjuntos se han dibujado los perfiles tipos aplicables a los puntos especiales de que tratamos.

§ III. — OBSERVACIONES ACERCA DE LA APLICACION DEL NUEVO TIPO DE SUPERSTRUCTURA A LAS LÍNEAS EXISTENTES

Debemos ahora tratar de la aplicacion gradual del nuevo tipo de superestructura a las líneas existentes.

Las reparaciones locales, que tienen por objeto el reemplazo de uno o mas rieles, de uno o mas durmientes, el enderezamiento de la línea, la renovacion del atraque en ciertos puntos, etc., se ejecutarán como se ha hecho hasta el presente i los materiales que se retiren de la vía serán reemplazados por otros del mismo tipo a que ellos pertenecen.

Segun esto, el reemplazo de la superestructura existente por la que proponemos solo se llevará a efecto gradualmente i sobre estensiones de vía de cierta consideracion, i las operaciones necesarias para ejecutarlo realizarán el nuevo perfil tipo correspondiente del lastre, la nueva distribucion de los durmientes i el empleo del nuevo riel de 10 m. con todos sus accesorios.

El reemplazo de un cierto número de rieles de 9,144 m. o de 8 m. por rieles de 10 m. de largo solo podrá efectuarse fácilmente en el caso de que se trate de un número de aquellos rieles tal que su longitud total sea múltiple de 10.

Para los rieles de 8 m. ello será mui sencillo, pues bastará reemplazar a la vez 5, 10, 15, etc., de esos rieles por 4, 8, 12, etc., de los de 10 m. En cambio, para los de 2,144 m. el reemplazo no podrá efectuarse en esta forma i será necesario disponer de un cierto número de pedazos de rieles viejos cortados con las longitudes que indica el cuadro siguiente.

Número de rieles reemplazados de 9,144 m.	Largo total en m. de estos rieles.	Número de rieles de 10,000 m. colocados en su lugar.	Largo total en m. de estos rieles.	Largo del trozo de riel necesario para terminar la enrielladura, en m.
6	54,864	5	50,000	4,864
9	82,296	8	80,000	2,296
13	118,872	11	110,000	8,872
18	164,592	16	160,000	4,592
39	274,320	27	270,000	4,320
40	365,760	36	360,000	5,760

Con esta distribucion u otra análoga cualquiera, se podrá salvar la dificultad de que tratamos.

Para la union de los rieles nuevos con los antiguos, se construirán en el pais varios pares de eclisas que presenten la variacion de perfil i de disposicion necesaria para realizar la juntura.

§ IV.—CUBICACIONES

1. *Jeneralidades.*—La cubicacion de los materiales de la superestructura varía segun se trate de una seccion de vía en alineacion o en curva. Por otra parte, en las alineaciones tendrá influencia sobre dicha cubicacion la naturaleza de la plataforma i la inclinacion mas o ménos pronunciada de la vía. Del mismo modo, en las curvas debe tenerse en vista su radio i la inclinacion correspondiente.

Segun esto, debemos distinguir para la cubicacion las secciones de vía en recta de las secciones en curva. En aquéllas debemos considerar las secciones en pendiente inferior a 0,01, en pendiente igual o superior a 0,01 e inferior a 0,02 i en pendiente igual o superior a 0,02; en las curvas debemos distinguir las de radio inferior a 300 m. de las de radio superior a 300 m., considerando entre estas últimas aquellas cuya pendiente es inferior a 0,02 i aquellas cuya pendiente es igual o superior a 0,02. En cada caso deberán cubicarse los materiales de la superestructura para una plataforma consistente, para una plataforma de consistencia media i para una plataforma poco consistente.

2. *Cuadro de las cubicaciones.*—A fin de facilitar la consulta hemos agrupado en el cuadro núm 6 los resultados que arroje la cubicacion de los materiales en los diversos casos que debemos tener en cuenta, segun acabamos de espresarlo.

CAPÍTULO V

OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS

§ I.—CONSIDERACIONES DE CARÁCTER ECONÓMICO

1. *Jeneralidades.*—Vamos ahora a comparar el costo de los materiales i del establecimiento de la superestructura para el nuevo tipo que proponemos con los mismos valores referentes al tipo mas reforzado actualmente en uso.

Para mayor claridad reduciremos esa comparacion al caso de una vía en recta i en pendiente inferior a 0,01. De mas está decir que solo tendremos en cuenta un kilómetro de vía.

2. *Superestructura tipo existente.*—En el principio de esta Memoria hemos anotado los elementos que caracterizan al tipo de superestructura para trocha de 1,000 m. mas reforzado que existe en la actualidad.

Refiriéndonos a aquellos datos i aplicando como precios unitarios los precios de los últimos presupuestos formados por la Direccion de Obras Públicas, hemos formado el cuadro siguiente.

DESIGNACION	Unidades	Cantidades	PRECIOS	
			Parciales	Por unidad
A. <i>Materiales</i>				
Lastre	m ²	1098,000	0,55	603,90
Durmientes	núm.	1313,000	1,20	1575,60
Rieles	tons.	52,000	102,40	5324,80
Eclisas	»	2,624	132,65	348,07
Pernos para eclisas	»	0,389	405,90	157,90
Escarpías	»	1,365	287,10	391,89
B. <i>Colocacion de los materiales</i>				
Lastradura	m ²	1098,000	0,35	384,30
Enrielladura	kilóm.	1,000	220,00	220,00

Costo de la superestructura por kilómetro de simple vía en recta, ... \$ 9006,46

3. *Superestructura—tipo propuesta.*—Refiriéndonos a la cubicacion de los materiales que encierra el cuadro núm. 6 i a los precios de los últimos presupuestos formados por la Direccion de Obras Públicas, hemos formado el cuadro siguiente.

DESIGNACION	Unidades	Cantidades	PRECIOS	
			Por unidad	Parciales
A. Materiales				
Lastre	m. ³	842,500	0,55	463,37
Durmientes	núm.	1,500,000	1,20	1,800,00
Rieles	tons	51,400	102,40	5,263,36
Eclisas	»	3,368	132,65	446,77
Pernos para eclisas.....	»	0,396	405,90	160,74
Sillas de asiento	»	5,850	131,60	769,86
Escarpías	»	1,440	287,10	413,42
B. Colocacion de los materiales				
Lastradura.....	m. ³	842,500	0,35	294,87
Enrielladura.....	kilóm.	1,000	300,00	300,00

Costo de la superestructura por kilómetro de simple vía en recta \$ 9.912,39

4. *Comparacion sobre el costo de ámbos tipos de superestructura.*—Los resultados anteriores nos permiten formular la siguiente comparacion:

costo por kilómetro de la superestructura—tipo propuesta.....	\$ 9.912,39
costo por kilómetro de la superestructura—tipoexistente.....	9.006,46
diferencia.....	\$ 905,93

Se vé, pues, que la superestructura que proponemos tiene un costo kilométrico superior solo en 10% a la que existe en la actualidad.

Pero debemos observar que este último tipo de superestructura consulta 187 durmientes menos que aquél. Suponiendo que ella se estableciera con 1.500 durmientes por kilómetro, lo que es lógico aceptar para realizar una comparacion verdaderamente racional, la diferencia entre los precios de ambas superestructuras se reduciría a \$ 689,10 i el tanto por ciento de exceso a que nos referimos bajaría a 7,4

En estos cálculos hemos tenido en vista la nueva superestructura—tipo con durmientes descubiertos; pero los resultados obtenidos no se modifican sensiblemente cuando se considera el perfil de lastre con durmientes cubiertos.

§ II.—CONSIDERACIONES DE CARÁCTER TÉCNICO

1. *Jeneralidades.*—Para hacer una comparacion completa entre las dos superestructuras a que venimos refiriéndonos, es indispensable estudiar las condiciones relativas en que una i otra se encontrarán colocadas bajo la accion del material rodante. Por este motivo, nos ocuparemos ahora de comparar la resistencia i la rijidez de ambas vías.

2. *Resistencia i rijidez de la superestructura—tipo existente.*—Hemos calculado los valores máximos de las fatigas i deformaciones que se producen en la superestructura en uso actual, adoptando para las cargas de rueda estática i dinámica los mismos valores que nos han servido para el cálculo del nuevo tipo de vía.

En cuanto a la carga de riel, debe observarse que aquella superestructura solo consulta 1.313 durmientes por kilómetro, al paso que en la que proponemos se colocan 1.500. Esto conduce a una carga de riel mayor en el primer caso que en el segundo, pudiendo estimarse en aquel en

$$P=0,685 G$$

Las acciones transversales que los rieles reciben i trasmiten a los durmientes son funciones de la carga de riel i luego sus valores quedarán influenciados por la modificacion introducida en ésta.

Los resultados de nuestros cálculos, puestos en frente de las fatigas máximas admisibles para los diversos materiales de la superestructura, aparecen consignados en el cuadro siguiente.

DESIGNACION DE LOS ELEMENTOS	ACCIONES ESTÁTICAS				ACCIONES DINÁMICAS			
	Compresion, en k/cm. ²		Flexion, en k/cm. ²		Compresion, en k/cm. ²		Flexion, en k/cm. ²	
	Fatigas calculadas	Fatigas admisibles	Fatigas calculadas	Fatigas admisibles	Fatigas calculadas	Fatigas admisibles	Fatigas calculadas	Fatigas admisibles
Lastre	2,30	2,00	—	—	3,45	3,00	—	—
Durmiente (1)	38,69	100,00	58,45	66,00	903,00	150,00	87,68	100,00
Riel (2)	38,69	1.750,00	1815,00	1.750,00	903,00	3.500,00	3.630,00	3.500,00
Eclisa	—	—	3945,00	1.750,00	—	—	7.890,00	3.500,00

En cuanto a las características de la rigidez de la vía tienen los valores que se expresan a continuacion.

(1) Debe observarse que las fatigas dinámicas por compresion del durmiente han sido calculadas en la hipótesis mas desfavorable, es decir, admitiendo que los mayores esfuerzos verticales i transversales del material rodante se producen simultáneamente. Al mismo tiempo, hemos aceptado como se hace siempre, que el riel se apoye sobre el durmiente en una estension igual a 0,60 del ancho de éste, o sea, de 0,12 m.

Sin embargo, las conclusiones a que los resultados obtenidos conducen deben mirarse como rigurosamente exactos, como puede demostrarse fácilmente. En efecto, colocándonos en las circunstancias mas favorables de sollicitacion, es decir, admitiendo que una accion transversal igual a 0,65 de la carga vertical efectiva se produzca solo cuando dicha carga alcance su valor mínimo de 1.500 k., la relacion entre la fatiga por compresion del durmiente en ese caso i la que consigna el cuadro será igual a

$$\frac{1.500}{7.500} = 0,20$$

la fatiga que nos ocupa valdrá

$$0,20 \times 903,00 = 180,60 \text{ k/cm.}^2$$

resultado mui superior a la tasa de trabajo admisible, aun cuando las condiciones de sollicitacion a que corresponde son mucho mas favorables que las que se presentan en la práctica, pues, como lo observa Wasiutynty en su estudio sobre las deformaciones momentáneas de la vía, publicado en Junio de 1900 en el Boletín del Congreso de Ferrocarriles el desplazamiento lateral de los rieles no puede ser atribuido a una descarga de las ruedas aisladas.

(2) La distancia entre ejes de los durmientes intermedios es igual a 0,790 m.

DESIGNACION DE LOS ELEMENTOS			Valores
Hundimiento de la vía bajo la accion de una carga G , supuesta invariable	a plomo del durmiente.	y_r	0,0001532 G cm.
	entre los durmientes...	y_m	0,0001216 G cm.
Variaciones máximas del hundimiento de la vía, cuando se pasa de la accion estática a la accion dinámica...	a plomo del durmiente.	Δy_r	0,39 cm.
	entre los durmientes...	Δy_m	0,61 cm.
Carga capaz de producir un hundimiento de la vía igual a 1 centímetro....	a plomo del durmiente.	D	4,472 k.
	entre los durmientes...	A	8,224 k.
Característica de la vía.....		γ	1,68

El estudio de los cuadros anteriores manifiesta que las eclisas se encuentran en condiciones estremadamente desfavorables a consecuencia de las fatigas que experimentan: esas fatigas llegan a sobrepasar con mucho su resistencia absoluta a la ruptura, cuando se considera la accion de la carga rodante sobrecargada al máximo.

Del mismo modo, el trabajo por compresion de los durmientes es tan exajeradamente mayor que el límite de resistencia de la madera, que los durmientes no tardarán en destruirse al cabo de un corto tiempo de circulacion, produciéndose por esta causa la desorganizacion de la vía i elevándose en fuerte proporcion los gastos de conservacion.

Igualmente, las presiones que el lastre recibe son bastante superiores a las tasas prácticas de trabajo admisibles, lo que pone de manifiesto que el número de 1.313 durmientes por kilómetro, que consulta la superestructura en uso actual, es deficiente.

En lo que se refiere a la rijidez de la vía, puede observarse que ella carece de uniformidad por cuanto sus hundimientos, bajo la accion de una carga supuesta invariable, son bastante diferentes medidos a plomo de los durmientes i entre los durmientes. Por otra parte, esa rijidez es insuficiente, pues las variaciones de decenso que la vía experimenta, cuando se pasa de la carga estática a la dinámica, superan con mucho al límite de 2 mm. mas allá del cual se producen reacciones perjudiciales a la vía i al material rodante.

Como última observacion, cabe anotar que el valor 1,68 del coeficiente γ es notablemente pequeño. Como

$$\gamma = \frac{B}{D}$$

$$B = \frac{6 E I}{a^3}$$

la observacion anterior pone tambien de manifiesto que la distancia a entre los durmientes intermedios es exajerada

3. *Resistencia i rijidez de la superestructura—tipo propuesta.*—Del cuadro anexo núm. 7, tomamos los resultados siguientes que corresponden a las fatigas máximas que

esperimentan los diversos elementos de esta superestructura, fatigas que ponemos frente a las tasas de trabajo admisibles.

DESIGNACION DE LOS ELEMENTOS	ACCIONES ESTATICAS				ACCIONES DINÁMICAS			
	Compresion, en k/cm. ²		Flexion, en k/cm. ²		Compresion, en k/cm. ²		Flexion, en k/cm. ²	
	Fatigas calculadas	Fatigas admisibles	Fatigas calculadas	Fatigas admisibles	Fatigas calculadas	Fatigas admisibles	Fatigas calculadas	Fatigas admisibles
Lastre.....	2,02	2,00	—	—	3,03	3,00	—	—
Durmiente.....	11,70	100,00	51,17	66,00	45,31	150,00	76,75	100,00
Riel.....	25,90	1.750,00	1605,00	1.750,00	2027,00	3.500,00	3.210,00	3.500,00
Eclisa.....	—	—	2185,00	1750,00	—	—	4.370,00	3.500,00
Silla.....	25,90	1.666,00	—	—	2027,00	2.500,00	3.356,00	3.500,00

Anotamos así mismo a continuacion las características de la rijidez de la vía.

DESIGNACION DE LOS ELEMENTOS	Valores	
Hundimiento de la vía bajo la accion { a plomo del durmiente. de una carga G supuesta invariable { entre los durmientes...	y_r y_m	0,0001342 G cm. 0,0001037 G cm.
Variaciones máximas del hundimiento { a plomo del durmiente. de la vía, cuando se pasa de la ac- cion estática a la accion dinámica... { entre los durmientes...	Δy_r Δy_m	0,34 cm. 0,52 cm.
Carga capaz de producir un hundimien- { a plomo del durmiente. to de la vía igual a 1 centímetro.... { entre los durmientes...	D A	4.472 k. 9.643 k.
Característica de la vía.....	γ	3,03

El estudio del primero de los cuadros anteriores manifiesta que, en jeneral, los diversos elementos de la superestructura se encuentran en condiciones aceptables bajo el punto de vista de su estabilidad elástica.

En cambio, las eclisas experimentan fatigas no solo superiores a los límites prácticos admisibles sino aun mayores que el límite sobre elevado de elasticidad por flexion, cuando se toman en cuenta las acciones dinámicas máximas.

Por otra parte, el descenso de la vía bajo la accion de una carga supuesta invariable dista bastante de ser uniforme, lo que aconsejaria quizas aumentar un tanto el ancho

del durmiente; por fin, las variaciones en las depresiones que la vía experimenta, cuando se pasa de la carga estática a la dinámica, son exajeradas. Estas observaciones manifiestan, como ya lo observamos para la superestructura en uso actual, que la rigidez de la vía tipo que proponemos deja que desear; no obstante, como las presiones que los durmientes transmiten al lastre son aceptables, no nos ha parecido indispensable aumentar el ancho de aquéllos.

Conviene, demas comparar aquí los resultados del cálculo de la vía de 1,00 m. con los que corresponden a la de 1,68 m. (1).

«Esa comparacion demuestra, de una manera que no puede dar lugar a dudas, la debilidad relativa de la vía estrecha de 1,00 m. comparada con una vía ancha bien establecida», i permite concluir que «la capacidad de resistencia de una vía es mui sensiblemente proporcional a su ancho, en igualdad de circunstancias i siempre que se deseche el sistema de agrupacion mui compacta de los ejes motores de las locomotoras de vía estrecha, que es esencialmente defectuoso» (2).

4. *Comparacion entre la superestructura-tipo existente i la propuesta.*—Desde luego, la nueva superestructura presenta sobre la existente la ventaja de reducir a límites aceptables las fatigas del lastre. Pero es forzoso reconocer que el mismo resultado es podria obtener en esta última elevando a 1500 el número de durmientes por kilómetro.

En cambio, es una superioridad indiscutible del tipo propuesto el obtener con él, mediante el empleo de silla de asiento, presiones máximas sobre el durmiente de $45,31\text{k/cm}^2$ cuando en la superestructura en uso actual esas presiones se elevan a mas de 900k/cm^2 para el mismo estado de solitacion.

Al mismo tiempo, las fatigas máximas de las eclisas, en el nuevo tipo de vía, se reducen a una cifra bastante inferior al límite de ruptura del metal que las constituye.

Llevando ahora a cabo la comparacion que nos ocupa, bajo el punto de vista de la rigidez de ámbas superestructuras, se concluye que el tipo propuesto es bastante mas ríjido que el existente. I debe observarse que esa ventaja, no mui sensible cuando ámbas superestructuras se encuentran en estado nuevo, aumentará considerablemente al cabo de cierto tiempo de servicio, por efecto de la mayor perfeccion del eclisaje i de la fijacion mas racional de los rieles a los durmientes que consulta la superestructura que proponemos.

(1) Superstretura de la vía férrea para trocha de 1,68.—(*Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*), 1904.

(2) PUIG.—Nota relativa a las condiciones i capacidad de resistencia de las vías estrechas. (*Revista tecnológica industrial*), 1895.

