

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 15 DE JUNIO DE 1887.

4.ª Serie.

Tomo 5.º

Número 11.

AÑO XXXV DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

Los ferrocarriles de interés local. Ventajas de la vía estrecha, por M. Aug. Moreau —El naufragio de la *Victoria*, por D. Francisco Lizarraza —Observaciones sobre el servicio electro-semafórico, por D. E. Estada. —Extracto de la Memoria sobre la situación del fondo del Puerto del Grao de Valencia. —Lámina 54: *Puerto de Barcelona* (núm. 9, pág. 140). —Lámina 64: *Observaciones sobre el servicio electro-semafórico*.

LOS FERROCARRILES DE INTERÉS LOCAL

VENTAJAS DE LA VÍA ESTRECHA

POR

M. AUG. MOREAU

IV.

VENTAJAS DE LA VÍA ESTRECHA.

En todo lo que sigue supondremos adoptada la vía de un metro, que es la que más se emplea hoy en Francia; los resultados obtenidos serían todavía más ventajosos si se empleara una vía aun más reducida, como la de 0^m,75, que deseáramos se propagase de un modo más general.

Somos también de opinión, en principio, que no se debe tratar de economizar, hasta el último extremo, en la construcción, en perjuicio de la explotación futura. Es decir, se deberá siempre fijar de antemano, de un modo racional y teniendo muy en cuenta el tráfico probable, el máximo de facilidades que puedan adoptarse en cuanto á radios de las curvas y á pendientes. Sentado esto vamos á examinar, uno después de otro, los diferentes capítulos de la construcción y explotación, é investigar las economías directamente realizadas por la sustitución, tan sólo, del ancho normal por el tipo reducido.

§ 1.º **INFRAESTRUCTURA.**—Esta parte de la construcción comprende, como es sabido, las adquisiciones de terreno, las obras de tierra y de arte.

1.º **Adquisición de terrenos.**—Para cumplir las exigencias del pliego de condiciones de 6 de Agosto de 1881, que impone un espacio libre muy

exagerado de 0^m,90 entre la arista del talud exterior y la parte más saliente del material móvil, se puede dar á la plataforma el ancho de 4 metros en la vía de 1 metro. Con arreglo á los pliegos de condiciones de 1859 y 1863, aquella latitud para la vía normal es de 6 metros en toda línea de una sola vía. Por consiguiente, al pasar de un ancho al otro se obtiene, desde luego, en la suposición de trazados idénticos, una economía de $\frac{1}{3}$. En rigor, se pudiera reducir algo el ancho de 6 metros de la plataforma, pero también pudiera disminuirse el de 4 metros en la vía estrecha; de modo que, en definitiva, aquella relacion resultaría poco más ó menos la misma. El pliego de condiciones de 6 de Agosto de 1881 ha alterado, es cierto, las proporciones anteriores. Con la vía normal, el ancho máximo del material móvil, comprendidas las partes salientes, es de 3^m,10; con la vía de 1 metro el ancho queda reducido á 2^m,80 (art. 7.º). Además, el ancho de la plataforma está determinado en todo caso por la adición, de cada lado de aquélla, de la latitud fija de 0^m,90, ó sea por ambos lados 1^m,80; de modo que en la vía ancha la plataforma puede quedar reducida á 4^m,90, mientras que en la vía estrecha resulta con el ancho exagerado de 4^m,60; en este caso la diferencia entre las dos plataformas no sería más que de 0^m,30.

Pero, á priori, nada más irracional, en nuestro entender, como esa cota fija de 0^m,90 para cualquier ancho de vía, que se aplica lo mismo á un camino de 0^m,50, que á una línea normal de 1^m,445 entre carriles. El objeto de la plataforma es, por lo menos lo habíamos creído hasta ahora, repartir el peso de las cargas que por ella pasan. Es preciso que ese peso, más ó menos proporcional al ancho de la vía, esté distribuido sobre una superficie suficiente, á fin de que las obras de tierra y de fábrica no trabajen de un modo excesivo bajo el peso de los trenes. La plataforma debe, por lo tanto, estar en razón directa del ancho de la vía: en la práctica viene á resultar de 3 á 3,5 aquel ancho. Teniendo la vía de un metro un tercio menos de ancho que la normal, su plataforma deberá tener igualmente un tercio menos de latitud que dicha vía normal. Aun admitiendo las exigencias del pliego de condiciones y una diferencia de 0^m,30 solamente en las plataformas, la diferencia efectiva de la zona de los terrenos ocupados es por lo ménos de un metro, por causa de la altura menor que resulta en las explanaciones (1). La economía obtenida en el área ocupada por vía corriente es, por consiguiente, de 20 por 100 al mínimo.

Pero no es esta, ciertamente, la única economía que se obtiene. Como la pequeña vía puede, en igualdad de condiciones, disponer de curvas más cerradas y de pendientes sensiblemente más fuertes, su traza será mucho

(1) M. Rey, sesión de la Sociedad de Ingenieros civiles del 19 de Enero de 1883.

más flexible y podrá evitar así buen número de obras de arte, desviaciones, caminos de acceso, etc.; se podrán economizar también numerosas parcelas, que exigen indemnizaciones importantes por daños y perjuicios, que al fin es preciso comprar enteras para no establecer caminos laterales; finalmente, las áreas ocupadas por las estaciones serán notablemente disminuidas, puesto que las vías paralelas tendrán también una reducción en su ancho de $\frac{1}{3}$. Las superficies necesarias para el establecimiento de edificios especiales, como cocheras, depósitos, almacenes, etc., serán por igual motivo más pequeñas.

Se puede observar, por lo tanto, hasta qué límite hay posibilidad de aminorar las contingencias tan aleatorias de la expropiación.

En resumen, si á primera vista la economía realizada en este capítulo es de 20 á 35 por 100, alcanza en realidad al 40 ó 50 por 100, y puede calcularse término medio en un 40 por 100.

2.º *Obras de tierra*.—Si las dos vías siguieran el mismo trazado, la economía, por lo que hemos dicho anteriormente sobre los anchos de la plataforma, consistiría en la supresión de una zona mínima de dos metros á lo largo de toda la línea, con la altura de las explanaciones.

Suponiendo una altura media de tres metros de desmonte (altura mucho mayor en los terrenos montañosos), la diferencia en el gasto á favor de la vía estrecha, sería ya de un 20 por 100. Pero gracias á la flexibilidad de esa vía, se puede estudiar un trazado más cerrado y que se ciña, en cuanto sea posible, á las curvas de nivel, y siempre conviene hacerlo, aunque se alargue notablemente el recorrido, como lo saben los hombres prácticos en la materia, y como lo ha demostrado el malogrado y sentido G. Arnoult, al tratar de la línea de Auvín á Calais (1). Se comprende que siguiendo todas las sinuosidades del terreno, se pueda reducir de un modo notable la importancia de las obras de explanación.

En efecto, aun admitiendo, como lo prescribe el pliego de condiciones de 6 de Agosto de 1881, que las dos plataformas se diferencien sólo entre sí de 0^m,30, como lo hemos visto antes, la vía estrecha, gracias á su flexibilidad, podrá economizar en las obras de tierra un 50 por 100, admitiendo que la altura media de las explanaciones sea solamente de tres metros, lo que es poco. Este cálculo que han hecho todos los especialistas al ocuparse por primera vez en esa cuestión, lo expuso de un modo bien claro M. Rey, en la sesión del 19 de Enero de 1883.

Como la mejor utilización del material y la disminución del peso muerto consienten, en la vía angosta, el empleo de pendientes más fuertes, se

(1) M. G. Arnoult, Note sur l'influence des rayons des courbes sur les dépenses de terrassements.—*Revue générale des Chemins de fer*; Avril, 1883.

podrá, por esta causa, seguir con más facilidad las inclinaciones del terreno natural y obtener nuevas economías en las obras.

Cuanta menos altura tengan las explanaciones, menor cantidad de agua habrá que recoger y dirigir por las cunetas y fosos, que serán de dimensiones más reducidas, resultando así una economía en la compra de terrenos y en los desmontes. Al mismo tiempo se evitará muchas veces penetrar en las rocas duras del subsuelo, puesto que las trincheras, de poca profundidad, se abrirán en las capas siempre más blandas de la superficie. La construcción de terraplenes menos altos y de trincheras menos profundas permitirá la adopción de taludes más inclinados; en fin, todas las superficies de los terraplenes y del balastre pueden disminuirse, porque siendo menores los pesos que han de soportar, exigen menos base para repartirlos de un modo racional.

M. Fairlie, tomando por base las líneas norueguesas y admitiendo que la altura de las explanaciones sea de 1^m,22 para la vía ancha y 0^m,91, para la estrecha, calculaba la economía producida en 44 por 100. Esto es un mínimo, y las diferencias son, en general, más pronunciadas; la economía total que realiza la vía reducida en las obras de tierra es, pocas veces, inferior al 50 por 100, aun admitiendo que la plataforma difiera únicamente de un tipo al otro de 0^m,30.

Pero aquella economía puede con facilidad llegar al 60 por 100, y más aun en los países montañosos. M. Arnoult, en su escrito citado, presenta los resultados siguientes para un mismo kilómetro estudiado con varios anchos de vía, en una sección accidentada de la línea de Auvin á Calais:

Vía de 0 ^m ,75.	Radio mínimo de	75 metros.	Coste kilométrico.	1.800 frs.
		100 »	»	3.400 »
Vía de 1 ^m ,00.	»	130 »	»	6.700 »
		150 »	»	18.000 »
Vía normal. .	»	250 »	»	81.000 »
		500 »	»	108.000 »

Comparando los trazados análogos con curvas de 100 y 250 metros de radio, se obtiene una economía que pasa de 95 por 100. La vía de un metro con radios de 130 metros, fué la que se adoptó para aquella línea, realizando con todo una ventaja de 91,6 por 100. De elegir la vía de 0^m,75, se hubiera reducido de tal modo el coste de las explanaciones, que casi pudiera decirse quedaba suprimido ese importante capítulo de gastos.

3.º *Obras de arte.*—Lo mismo que para las obras de tierra, existe una disminución de latitud en las de arte, puentes, acueductos, pasos superiores é inferiores: así, los pasos inferiores para carreteras y caminos tienen un ancho reducido, y la luz en los superiores queda igualmente disminuida. Los pontones, las alcantarillas, etc., son ménos largos, porque los terraple-

nes son más bajos; pero la flexibilidad de la vía permite suprimir un gran número de esas obras y reducir la importancia de otras. Siendo, además, el peso menor á potencia igual, en la pequeña vía, todas las partes del material fijo y móvil serán más reducidas; las locomotoras, para satisfacer á las mismas necesidades, serán más ligeras. Las obras de fábrica exigirán, por consiguiente, menos espesor en las bóvedas, los tramos metálicos, palástrs y hierros, de menor grueso, etc., y este resultado se pronuncia aun más teniendo en cuenta que, en virtud de la reducción de ancho de la vía, la carga, uniformemente repartida por metro lineal, es menor. Con todas esas reducciones resulta una economía general que nunca baja del 50 por 100.

Resumen de la infraestructura.—Se deduce, en resumen, del estudio de los tres capítulos que constituyen la infraestructura, una economía que, en ningún caso, es inferior al 30 por 100, como lo calcula M. Fairlie, pero que puede llegar al 60 por 100, y más aun en terreno escabroso. Bien se puede calcular, término medio, dicha economía en menos de la mitad ó en un 50 por 100, como lo demuestran los presupuestos comparativos de varios casos conocidos.

Observemos, además, que la flexibilidad de la vía angosta permite evitar, á menudo, un gran número de pasos peligrosos, como los terrenos corredizos, arcillosos, etc., que son un origen permanente de dificultades, tanto en la construcción como en la conservación. En fin, en ciertos terrenos muy accidentados, la vía estrecha hará factible, como ha sucedido en la línea américo-mejicana de Denver-Rio-grande, la ejecución de caminos que, de otro modo, hubiera sido del todo imposible.

§ 2.º SUPERESTRUCTURA.—Se compone esta parte de la construcción de todas las instalaciones que se establecen sobre la plataforma después de su completa terminación, exceptuando el material móvil. Comprende la vía, el material fijo y accesorio, los edificios para el servicio, muelles, cocheras, depósitos, talleres, etc.

1.º Vía.—La disminución de los gastos en la vía es importantísima, siendo las causas principales que la producen la ligereza del material y la gran reducción del peso muerto de los vehículos; las locomotoras cargarán un peso de 4 á 6 toneladas por eje y exigirán, en general, carriles de acero del peso de 12 á 18 kilogramos por metro lineal solamente, mientras que en la vía normal más económica no es menor de 25 á 30 kilogramos. Resulta una economía mínima de 30 por 100 en el precio de los carriles y accesorios, tornillos, tirafondos, bridas, etc., así como en todos los elementos del material fijo, cuyo peso es proporcional al de los carriles. Las traviesas tienen de 1^m,60 ó 1^m,80 en vez de 2^m,50 de longitud, y como soportan un material más ligero podrán tener una base de asiento y una sec-

ción menores; exigen, por lo tanto, un cubo notablemente inferior en las mismas condiciones de estabilidad y duración; como todas sus dimensiones son más pequeñas, su preparación producirá menos desperdicios, lo que disminuye, de un modo considerable, su precio; la economía que se obtiene en este capítulo no baja, en la práctica, de 50 por 100.

El cubo del balastre es menor á su vez, por la disminución de presión del carril sobre las traviesas; en la vía ancha se necesita por lo menos 0^m,22 de espesor de balastre debajo de aquéllas, mientras que 0^m,15, á lo más, basta con la vía angosta; la economía inmediata es de 35 por 100, y será mayor en realidad, porque los taludes son menos inclinados, y porque hay que dar en la vía ancha una base mayor que en la estrecha, á fin de repartir presiones más considerables, si bien el Reglamento de 6 de Agosto de 1881 exige la misma latitud, la del material móvil para ambas vías. En la práctica, en efecto, las economías obtenidas en el balastre se elevan á 45 por 100.

Combinando las economías que se realizan en los carriles, las traviesas y el balastre, teniendo en cuenta sus respectivos precios, la reducción total es de 35 ó 40 por 100.

2.º *Material fijo y accesorio.*—Del mismo modo las agujas, cambios, cruzamientos, placas giratorias, carros-travers, etc., se componen de elementos más ligeros y menos costosos; además, como han de servir para un material más pequeño, con ejes extremos más próximos, todos aquellos elementos resultarán con menos longitud y, al mismo tiempo, con menos anchura. Esta consideración no deja de tener importancia, porque en todos esos aparatos hay que emplear traviesas elegidas y costosas, y batear, de un modo especial, el balastre, así como cuidar con esmero de su conservación. Los pasos á nivel exigirán también una tercera parte menos de adoquinado.

Las vías de apartadero serán de menor longitud, las básculas más ligeras, la instalación de los depósitos de agua menos importante, etc. Se comprende así fácilmente que, por esos conceptos, la economía no baje nunca de 50 por 100.

3.º *Estaciones, edificios varios.*—Es claro y evidente que, con todos los anchos de vía, se pueden obtener en los edificios del servicio de las estaciones y apeaderos simplificaciones llevadas hasta el último extremo. Así, no haremos ninguna rebaja en los gastos por este concepto.

Pero no sucede lo mismo en todos los edificios especiales, tales como muelles, cochera, depósitos en que las vías tienen un metro en vez de 1^m,445 de ancho. Esos edificios serán, al mismo tiempo, más cortos, del mismo modo que lo es el material móvil. Con la reducción del ancho y de la longitud en esas construcciones, resultará evidentemente una disminu-

ción sensible en las dimensiones de las piezas que componen las armaduras en la superficie de las cubiertas, por consecuencia, en el espesor de los muros, y hasta en el área preparada del suelo. La maquinaria interior será también de dimensiones más reducidas y, por lo tanto, más barata. Examinando, en efecto, un taller de reparación bien establecido para vía estrecha, es cuando se observan las economías que el tipo reducido puede introducir en los gastos de conservación: todas las piezas que hay que manejar son pequeñas y de poco peso; una simple polea basta á veces para ponerlas en movimiento; casi siempre un pequeño torno de rueda es suficiente para trabajarlas, y todas las máquinas y útiles necesarios son igualmente muy elementales y poco costosos.

Sumando las diferentes reducciones que acabamos de examinar, se obtiene una economía que puede ser considerable en las estaciones importantes, y que en las pequeñas, que comprenden esa clase de construcciones, llega siempre de 35 á 40 por 100. El general Buell la calcula en 32 por 100, cifra que nos parece algo escasa (1). M. Fairlie la estima en 45 por 100.

Resumen de la superestructura.—En suma, la economía realizada en este segundo capítulo, aunque menos importante que la relativa al primero, resulta siempre de 35 á 40 por 100, por lo menos.

(Se continuará.)

EL NAUFRAGIO DE LA «VICTORIA»

El periódico francés *L' Illustration*, en su número correspondiente al día 23 del próximo pasado Abril, da cuenta del naufragio del buque de vapor *Victoria*, que hacía la travesía de Newhaven á Dieppe, el cual tuvo lugar el 13 del mismo mes en las rocas que existen delante del faro d'Ailly. Se cree que el número de las víctimas llega á veinte.

De la narración de este triste acontecimiento, vamos á traducir solamente los párrafos que tienen relación con el servicio de las señales marítimas que los faros deben prestar, con objeto de hacer después algunas consideraciones por nuestra cuenta. Dice así:

«El capitán Clarke, en un informe que ha remitido á los directores de su Compañía, dice que no puede atribuir este accidente más que á la niebla y á la circunstancia de que no funcionaba la Sirena del faro d'Ailly, delante del cual ha tenido lugar el naufragio. Esta Sirena desempeña, por consiguiente, un papel importante en la información que se ha mandado abrir

(1) General Buell, Informe al Comité de dirección del ferro-carril del Texas-Pacific.