

celeridad, las prensas deberán comunicar con un acumulador establecido en tierra.

Elevada que sea la plataforma con el carretón y buque, las locomotoras arrastrarán aquél hasta su entrada en la vía.

(Se continuará.)

---

## VENTAJAS DE LA VÍA ESTRECHA.

---

(Continuación.)

Al tratar de los gastos de establecimiento de los ferrocarriles, el señor Alzola cambia completamente de criterio, y después de haber escrito un centenar de páginas haciendo comparaciones en las líneas de diferente ancho entre los gastos de explotación y las tarifas, que no son susceptibles de comparación, desiste, al ocuparse en su construcción, del método que constantemente ha seguido por ser el asunto *muy complejo y dar lugar á errores manifiestos*. Pasa sobre cuestión tan importante, la más importante en mi concepto, como sobre ascuas; hace mención de unos presupuestos de 1.566 kilómetros estudiados con ambas vías en el Brasil, que dan una diferencia de 21 por 100 en favor de la vía estrecha, kilómetros que han sido, en definitiva, construidos con esta vía; cita otros 772 kilómetros, igualmente estudiados con los dos anchos en la India inglesa, con la sola diferencia de 12 por 100; añade que en Noruega *hay de todo*; compara, en Suecia, los ferrocarriles de vía ancha construidos por las Compañías, con suma economía, con los caminos angostos, y hace por fin una clasificación arbitraria y caprichosa de las vías férreas, dividiéndolas en categorías, con sus respectivos presupuestos, á fin de aproximar, en cuanto sea posible, el coste de la vía ancha al de la estrecha, *único medio*, según afirma, para poder juzgar de la mayor ó menor economía de la vía angosta.

Pero pronto se echa de ver la inexactitud y futilidad de tal clasificación, que no se apoya en ningún criterio técnico ni práctico, con sólo citar algunas líneas férreas.

Divide el Sr. Alzola los ferrocarriles de vía normal en tres categorías. La tercera comprende aquellas líneas cuyo radio mínimo puede bajar á 170 metros, la pendiente máxima elevarse á 30 milímetros por metro, con un producto bruto inicial de 10 á 16.000 pesetas por kilómetro, y calcula su presupuesto en 145.000 pesetas por kilómetro.

El ferrocarril del San Gotardo, línea internacional, de tránsito, cuya

construcción se efectuó en virtud de un tratado entre Alemania, Suiza é Italia, da un producto de 34 á 40.000 francos por kilómetro; su coste kilométrico ascendió á 1.200.000 francos en los 170 kilómetros que median entre Lucerna y Lugano. Pertenecerá á la 3.<sup>a</sup> categoría, según la clasificación del Sr. Alzola, porque tiene pendientes que alcanzan á 30 milímetros.

El ferrocarril de Génova á Turin, que forma parte de la gran arteria que une el Mediterráneo á los mares del Norte; el del Monte Frejus, línea internacional, de tránsito para las Indias, estratégica y de gran movimiento comercial, no tienen cabida en ninguna de las categorías de la clasificación del Sr. Alzola, porque su trazado contiene inclinaciones que pasan de 30 milímetros.

El de Canfranc se halla en igual caso, así como otras muchas líneas, que sería ocioso referir.

Tendría mucho deseo de saber, lo confieso, qué relación puede existir entre el ancho de vía, radios de las curvas, inclinaciones de las rasantes y movimiento en una línea cualquiera, para explicarme la filosofía de esa clasificación.

Un ferrocarril de muchísimo tráfico tiene que recorrer un terreno muy quebrado y atravesar altas cordilleras: no habrá más remedio que adoptar fuertes pendientes y radios forzados, mientras que otro que recorra llanuras con grandes radios y pendientes suaves podrá tener un tráfico mezquino.

El primero podrá ser de vía normal, el segundo de vía estrecha, ó viceversa..... ¿Qué consecuencias pueden deducirse de esas condiciones especiales y qué relaciones pueden existir entre ellas?

Para que se vea á qué extravagancias puede arrastrar ese prurito de quererlo clasificar todo y reducir á fórmulas, pondré de manifiesto las consecuencias á que llega el Sr. Alzola al tratar de la flexibilidad de la vía.

Principia diciendo (1), «que la vía angosta se *ciñe* mejor que la ordinaria á los accidentes y ondulaciones del terreno; y pocas páginas después deduce de sus razonamientos, *que cuanto más ancha es la vía tanto más flexible es!*.....

No hay más que echar una ojeada al cuadro de la página 139. En la vía de 1,<sup>m</sup>00, á un radio de 172 metros corresponde una batalla, en los vehículos, de 2,<sup>m</sup>07, mientras que en la de 1,<sup>m</sup>67 al mismo radio corresponde la de **2,<sup>m</sup>52**. En las vías de 1,<sup>m</sup>00 y 1,<sup>m</sup>45, á los radios respectivos de 207 y **200** metros corresponden las batallas de 2,<sup>m</sup>34 y **2,<sup>m</sup>60**. Finalmente, en los anchos de 1,<sup>m</sup>45 y 1,<sup>m</sup>67, para los radios de 350 y **345**, resultan 3,<sup>m</sup>80 y **3,<sup>m</sup>91** de separación entre ejes!!...

(1) *Ferrocarriles de vía ancha y de vía estrecha*, Madrid, 1835, pág. 124.

Como operación numérica, los resultados indicados están bien calculados; pero se fundan en una hipótesis falsa, y son, por lo tanto, falsos ellos mismos.

El Sr. Alzola se apoya en el acuerdo tomado por la Asociación alemana en su asamblea de Hamburgo en 1871, que fijó ciertas batallas convenientes para ciertos radios de curvas; pero de ningún modo estableció que fueran equivalentes en flexibilidad.

De aquí el error del Sr. Alzola, que parte de esa supuesta equivalencia para establecer sus fórmulas y deducir sus resultados. No tiene nada de lógico, por lo tanto, suponer que se mantenga la misma proporción descendiendo otros dos grados en la escala, ó sea para 2,<sup>m</sup>60 y 2,<sup>m</sup>20 de separación de ejes en la vía de 1,<sup>m</sup>45. La misma lógica habría para descender otros tres grados más en la escala, en cuyo caso resultaría para un radio 0 una batalla de un metro!!...

Si para una línea determinada se quisiera obtener la equivalencia de batallas, habría que establecer la ecuación siguiente:

$$\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{r} = \frac{\sqrt{a^2 + B^2}}{R}$$

de donde,

$$B = \sqrt{\frac{R^2 (a^2 + b^2)}{r^2} - a^2}$$

Si tomamos como tipo  $a = 1,<sup>m</sup>45$ ,  $r = 300$  metros,  $b = 3,<sup>m</sup>40$ , resultarán las cifras siguientes, que ya no chocan con las ideas admitidas:

| VÍA DE 1, <sup>m</sup> 45. |         | VÍA DE 1, <sup>m</sup> 67. |         | VÍA DE 1, <sup>m</sup> 00. |         |
|----------------------------|---------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|
| Batalla.                   | Radio.  | Batalla.                   | Radio.  | Batalla.                   | Radio.  |
| Metros.                    | Metros. | Metros.                    | Metros. | Metros.                    | Metros. |
| 1,14                       | 150     | 1,31                       | 172 (b) | 0,78                       | 103     |
| 1,98                       | 200     | 2,28                       | 230     | 1,36                       | 138     |
| 2,71                       | 250     | 3,12                       | 287     | 1,87                       | 172 (b) |
| 3,40                       | 300     | 3,91                       | 345 (c) | 2,34                       | 207     |
| 4,05                       | 350     | 4,66                       | 402 (a) | 2,79                       | 241     |
| 4,70                       | 400 (a) | 5,40                       | 460     | 3,24                       | 276     |
|                            |         |                            |         | 3,68                       | 310     |
|                            |         |                            |         | 4,12                       | 345 (c) |

El Sr. Alzola concede, como he dicho, que la línea angosta se pliega más fácilmente que la ordinaria al terreno, lo que quiere decir, me parece, que se puede adoptar, en la primera, curvas equivalentes en resistencia de menor radio que en la segunda.

Hay mucha diversidad de opiniones sobre la relación que pueda existir entre los radios de esas curvas equivalentes; pero creo que al suponer que á una curva de 150 metros de radio en la vía normal corresponda la de 100 en la estrecha, no se me tachará de exagerado.

Pues bien; esa pequeña diferencia de 50 metros en los radios de las curvas puede producir economías sumamente importantes en terrenos accidentados, y puedo presentar dos ejemplos prácticos y característicos.

En el proyecto primitivo de Durango á Elgóibar existían varias curvas de 60 metros de radio. La Compañía juzgó conveniente fijar como mínimo, en ese recorrido, el radio de 100 metros. Pues bien; ese aumento de 40 metros en el radio de las curvas ha producido un aumento de coste de 16 á 20.000 pesetas por kilómetro.

El mismo Sr. Alzola dice en una Memoria (1) lo que copio textualmente: «Nuestro trazado tiene en este trayecto curvas de 200 á 300 metros de radio, con la sola excepción de la núm. 41, que es de 150 metros. Para justificarla basta que digamos que el estudio hecho á fin de sustituirla con otra de 200 exige, entre los perfiles números 241 y 249, la construcción de un muro de sostenimiento de 15 metros de altura, y que cubica nada menos que 5.078 metros cúbicos de mampostería ordinaria, cuyo muro desaparece con la solución adoptada.»

De modo que la posibilidad de esa disminución de 40 ó 50 metros en los radios de las curvas puede ser, en muchas ocasiones, motivo suficiente para la adopción de la vía estrecha.

No hay duda que la comparación de los gastos de establecimiento entre líneas aisladas podrá dar lugar á errores manifiestos y á resultados contradictorios; pero si hay posibilidad de establecer comparación entre ferrocarriles, es precisamente entre los gastos de construcción, que no están sujetos, como los de explotación y las tarifas, á oscilaciones y variaciones continuas, y no dependen de circunstancias tan aleatorias.

En un país en donde existan grupos de alguna extensión de ambas vías, el comparar los términos medios del coste kilométrico que arrojen esos grupos tomados en su conjunto, no dará con exactitud matemática, ciertamente, la diferencia que depende del ancho; pero como en las dos vías habrá líneas de todas clases, fáciles y difíciles, de bueno y mediano trazado, se neutralizarán en cierto modo las diferencias de sus condiciones y se podrá determinar, sin que sea necesaria aquella exactitud, y de un modo general, cuál es el sistema de vía más barato.

En Noruega, por ejemplo, los ferrocarriles de vía normal, construidos

---

(1) Proyecto de ferrocarril de Amorevieta á Guernica-Luno, 1884.

con mucha economía, han costado 133.600 francos el kilómetro; los angostos, 81.200 francos, es decir, un 39 por 100 menos.

En Suecia, según los mismos datos que nos proporciona el Sr. Alzola, las vías anchas, construidas muy económicamente por las Compañías, han resultado en 93.000 francos el kilómetro, y las angostas en 52.000; un 44 por 100 menos. Si se comprendieran las vías anchas construidas por el Estado, la diferencia sería aun mayor.

En Francia, los 300 kilómetros de ferrocarriles de interés local de vía normal que compara el Sr. Nordling con los 253 de vía estrecha, han costado 140.000 francos los primeros y 73.000 los segundos, ó sea un 48 por 100 menos.

De modo que, por más combinaciones que se hagan con los números, por más tergiversaciones que se trate de dar á la cuestión, es un hecho indudable, indiscutible, que en Noruega, Suecia y Francia, los ferrocarriles de vía estrecha han resultado más baratos que los de vía normal, aun construidos económicamente.

Y como lo mismo sucede en todos los países en donde se han establecido ambas vías con alguna extensión, hay motivo suficiente para decir de un modo general, que la vía estrecha es más barata, más económica que la ancha.

En otra ocasión presenté un cuadro comparativo del coste de establecimiento de ambas vías en varios países, así como la economía que resultaba en favor de la estrecha; pero los resultados obtenidos estuvieron muy lejos de satisfacer al Sr. Alzola, que dice, que sin duda llegué á aquéllos *ya partiendo de casos aislados*, ó comparando las *principales* arterias de vía normal, cuyos trazados son, en general, muy perfectos, con caminos estrechos económicos, en que se prescinde de todo.

El Sr. Alzola, que en Noruega sólo compara la línea de Drammen con la de Lilleström, para llegar al soberbio argumento que allí *hay de todo*, y en Suecia los caminos de vía normal económicos con los estrechos indistintamente, me achaca sus propios procedimientos.

Ni examiné casos aislados, ni comparé arterias principales, sino el conjunto de líneas anchas con el de angostas; y si las vías anchas están sujetas á exigencias de que no se puede prescindir y que aumentan su coste, razon más perentoria para emplear con medianos tráficos la vía reducida, que puede eximirse de aquellas exigencias.

En una nota inserta en la *Revista general de ferrocarriles* (1), el Ingeniero brasileño Sr. Penna trata de demostrar la influencia que ha tenido la adopción de la vía estrecha en el desarrollo de los caminos de hierro de su

---

(1) *Revue générale des chemins de fer*, Juin, 1880.

país. En un país como el Brasil, dice, en donde no existen grandes economías acumuladas, con 10 á 11 millones de habitantes en una superficie de ocho millones de kilómetros cuadrados, exigiendo un gran desarrollo de líneas férreas que pongan en comunicación los puertos entre sí, y éstos con los diferentes centros productores, en tal país, el precio de 330.000 francos de simple vía no es posible.

De aquí la idea de buscar una solución más económica y adoptar la vía estrecha. El primer ferrocarril que se construyó con esta vía, la União valenciana, que atraviesa un país excesivamente accidentado, costó solo 80.000 francos el kilómetro.

Prácticamente demostrada la posibilidad de reemplazar, con sacrificios relativamente reducidos y de una manera ventajosa, las vías férreas anchas tan costosas, la opinión pública se pronunció decididamente por la vía estrecha. Desde 1871 (inauguración de la vía angosta) á 1879, sólo se construyeron anualmente 38,<sup>k</sup>8 de vía ancha, mientras se establecieron 487,6 de estrecha, resultando el coste medio de éstas en 70.755 francos por kilómetro.

Para la Valenciana y la Mogyana el interés del capital acción fué, de 1873 á 1879, de 9 por 100.

De una Memoria inserta en la misma *Revista* (1), deducimos los siguientes datos:

En 31 de Diciembre de 1883, en el Brasil, 1.227 kilómetros de vía ancha habían costado 404 millones de francos, y 3.130 de angosta sólo 382. Es decir, que con la misma suma se ha podido construir una longitud casi triple de líneas estrechas. El coste kilométrico de las primeras resultó en 330.000 francos, y el de las segundas en 122.000; un 65 por 100 menos.

Ocurre en este país una circunstancia muy especial, y que denota de un modo palpable el buen resultado que da allí la vía estrecha. La línea de Recife á San Francisco, de vía de 1,<sup>m</sup>60, en explotación en 124 kilómetros desde 1852, se ha prolongado en 145 kilómetros con vía de 1,<sup>m</sup>00. La de Bahía á San Francisco, de vía ancha igualmente, explotada desde 1853 en 123 kilómetros, se ha prolongado, también con vía de un metro, hallándose en la actualidad 147 kilómetros en explotación, 175 en construcción y 132 en estudio.

Dirá el Sr. Alzola que el establecimiento de la vía angosta en prolongación de líneas generales no puede considerarse más que como provisional.... Por mi parte, estoy conforme, y admito esa solución muy preferible en mi concepto, á la de los ferrocarriles caros económicos.

Que los ferrocarriles que se construyan en España, de un tráfico proba-

(1) *Note sur les chemins de fer du Brésil*, par M. Max Lyon. Novembre et Décembre, 1884.

ble, reducido y que no tengan que satisfacer á intereses superiores, se construyan *provisionalmente* de vía estrecha.

Dentro de 25 ó 30 años, cuando el tráfico lo exija, ya se estudiará el medio de aumentar su potencia de arrastre de modo que puedan satisfacer á las nuevas necesidades, y los gastos que origine esa transformación podrán satisfacerse con los intereses que, en esos 25 ó 30 años, haya producido el capital que se hubiera malgastado con la adopción, desde un principio, de la vía ancha.

De la importante obra sobre los ferrocarriles de América, de los Ingenieros SS. Lavoigne y Portzen (1), hemos entresacado los datos siguientes:

En el Canadá, 3.219 kilómetros de vía ancha costaron 280.000 francos el kilómetro, y 312 de caminos 98.500, ó sea un 77 por 100 menos.

En los Estados-Unidos los ferrocarriles de simple vía ancha han resultado en 170.000 francos, y los 7.700 kilómetros de vía angosta en 82.000; es decir, 57 por 100 menos.

Todos saben que en los Estados-Unidos las vías férreas se establecen con suma economía, porque lo que prefieren allí al lujo y á los trazados perfectos, es construir pronto y mucho; en la mayor parte de las líneas se colocan las traviesas sobre la plataforma sin balastre, que poco á poco y durante la explotación, se va extendiendo cuando se encuentran balastres en buenas condiciones; numerosos puentes son de madera; las estaciones se establecen á grandes distancias unas de otras, y con tan extremada sencillez, que serían consideradas en Europa como provisionales. En cuanto al trazado, se observan, aun en líneas anchas importantes, curvas de 100 metros de radio y pendientes de 0,<sup>m</sup>026.

Por separado, y puestas en parangón con los ferrocarriles de vía estrecha, se presentan en la obra citada varias pequeñas líneas anchas construidas muy económicamente, y cuyo producto bruto kilométrico varía de 3.300 á 6.300 francos. Comparándolas con otras tantas líneas angostas, cuya longitud es la misma, con productos y tarifas próximamente iguales, resulta:

| VÍAS.             | Longitud.<br>—<br>Kilómetros. | Producto bruto<br>por<br>kilómetro.<br>—<br>Francos. | Coste<br>por kilómetro.<br>—<br>Francos. | Economía<br>en favor<br>de la<br>línea estrecha. |
|-------------------|-------------------------------|--|--|--|
| Ancha. . . . .    | 609                           | 4.200  | 90.000                                   | } 51 por 100.                                    |
| Estrecha. . . . . | 608                           | 4.400  | 44.000                                   |  |

(1) *Chemins de fer en Amérique*, París, 1880-82.

Al ocuparse el Sr. Alzola en los ferrocarriles en los Estados- Unidos, refiere la historia del *krach* de 1884, y parece que quiere suponer que el establecimiento de la vía estrecha tuvo gran culpa en ese desastre financiero.

Y el *krach* de 1837, cuya influencia se hizo sentir hasta 1845; el tremendo de 1873, que produjo la suspensión de pagos de los intereses de 4.450 millones de francos del capital-obligación y la venta de numerosísimas líneas á precios ínfimos, como la del Atlántico y Pacífico, cuya construcción costó 187 millones de francos y fué enajenada en 2,5, ¿fueron también causados por el empleo de la vía angosta que apenas existía?

La causa de esas catástrofes, lo mismo en 1837, 73 y 84, además de crisis comerciales intensas, fué el abuso, la exageración en el establecimiento de tantas y tantas líneas que no tenían razón de ser, y se hallaron en completa desproporción con las necesidades que habían de satisfacer.

En todo país, en una época dada, es necesario cierto número de líneas férreas; el aumentar ese número no aumentará la riqueza general, sino al contrario, absorberá recursos susceptibles de empleo más útil. Al mismo tiempo, las líneas en exceso sufrirán, y perjudicarán, mientras duren ó mientras no varien las condiciones del país, á las demás.

En la India inglesa, el coste kilométrico de los 10.500 kilómetros de simple vía ancha era á principios de 1885 (1) de 250.000 francos, y el de los 6.100 de caminos angostos de 107.200; 57 por 100 menos.

Estas cifras no convencerán tampoco al Sr. Alzola de que la vía estrecha es más barata, más económica que la ancha; le parecerá quizás una economía de 30 á 60 por 100 y más..... cosa baladí; pero esperamos que otros menos obcecados comprenderán que, en un país pobre de recursos como España, una economía, aunque no sea más que de 30 por 100 sobre los gastos de primer establecimiento, no es de despreciar, tanto más que las líneas que han de construirse serán, en su generalidad, de escaso tráfico y reducidos productos, y en muchas de ellas apenas alcanzarán los ingresos á cubrir los gastos de explotación.

(Concluirá.)

A. DE IBARRETA.

---

(1) Administration report of the Railways in India for 1884-85, by Colonel Stanton. London, 1885.