

vista, ha hecho un contrato con la Compañía Riegos y Fuerzas del Ebro para 75.000 caballos hidráulicos (1).

El distinguido Ingeniero Sr. Gallego, en su reciente trabajo, nos dice que la Sociedad Ibérica del Ázoe ha construido en Lérida una fábrica gradiosa, destinando 25.000 caballos para la producción de nitratos, fijando el nitrógeno del aire por medio del arco eléctrico. Esta Sociedad está constituida con un capital de 12 millones.

Según el Sr. Graells, digno Secretario del Fomento de la Producción Nacional de Barcelona, se estaba negociando no hace mucho la instalación en Barcelona de otra Compañía de nitratos con un capital presente de 100 millones (2).

Las centrales productoras de nitratos de calcio hoy en marcha alcanzan la cifra mundial de 200.000 toneladas. El Ingeniero señor Carballo lo confirma diciendo que las fábricas de abonos químicos, aprovechando el nitrógeno del aire, producen un total aproximado de 500.000 toneladas al año.

Con lo expuesto puede comprenderse la gran riqueza hidráulica que poseemos en España y de las numerosas é importantes aplicaciones que pueden darse á los grandes saltos que se establezcan para fuerza motriz, calefacción y reacciones químico-eléctricas.

G. J. DE GUILLÉN GARCÍA.

## CONSIDERACIONES

SOBRE LA VÍA NORMAL Y LA VÍA ESTRECHA EN LOS FERROCARRILES SECUNDARIOS; TEMA DESARROLLADO SOBRE UNA CONFERENCIA DEL INGENIERO ITALIANO GUSTAVO PINCHERLE

### Puntos considerados.

- 1.º Historia de las primeras líneas férreas de vía estrecha y su actual desarrollo.
- 2.º Material móvil de las vías estrechas.
- 3.º Potencialidad de la línea de vía estrecha.
- 4.º Costo y economía posible de una línea de vía estrecha comparativamente con una de vía normal.
- 5.º Casos en que se debe adoptar la vía estrecha.
- 6.º Influencia de la distancia entre carriles sobre el trazado.
- 7.º Influencia del viento sobre la determinación de la separación de los carriles.

1.º *Puntos importantes de la historia de las primeras líneas férreas de vía estrecha y su actual desarrollo.*

La primera línea férrea de tracción mecánica á vapor de Stephenson, entre Liverpool y Manchester, tenía una separación entre carriles de  $48' \frac{1}{2}''$ , ó sea 1,435 metros. Esta medida fué aceptada por el Estado con el nombre de ancho normal ordinario, y tuvo desde su principio varios enemigos, de los cuales muchos pretendían una separación mayor de los carriles y muy pocos uno menor. En Inglaterra, en el año de 1832, se adoptó sobre la línea de Festiniog, á tracción animal, una anchura de  $1'11 \frac{1}{2}'' = 0,597$  metros.

En la Europa continental la primera línea de vía estrecha fué inaugurada en Austria en el año 1832, de Budweis á Lins, y en el año de 1834 de Lins á Gmunden, con una separación entre carriles de 1,106 metros.

En Hungría se adoptó en 1840 el mismo ancho, de Antwerpen

á Gentse, y en otras partes se adoptó la anchura de 1,151 metros; en Francia, en el año 1837, se construyó una línea de tracción animal con una separación entre carriles de 1,30 metros para el servicio público y una de un metro para servicio privado; en el 1853 se construyó en Silesia otra con 0,885 para servicio de unas minas; en Italia fué puesta en servicio en el 1871 la primera línea de anchura reducida de 1,10 metros entre Turín y Rivoli, después de lo cual en el 1833 se inauguró otra de 0,95 metros.

En la siguiente tabla podemos ver el actual desarrollo de las vías de ancho normal y reducido en algunas naciones de Europa.

| ESTADO               | AÑOS | Longitud en kilómetros de vía normal. | Longitud en kilómetros de vía estrecha. |
|----------------------|------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| Alemania.....        | 1907 | 58.040                                | 7.649                                   |
| Francia.....         | 1904 | 47.129                                | 6.649                                   |
| Suecia.....          | 1905 | 13.165                                | 2.851                                   |
| Bélgica.....         | 1906 | 7.495                                 | 2.563                                   |
| Austria-Hungría..... | 1907 | 41.605                                | 1.722                                   |
| Italia.....          | 1903 | 18.286                                | 1.613                                   |
| Holanda.....         | 1906 | 3.566                                 | 1.443                                   |
| Noruega.....         | 1907 | 2.586                                 | 1.228                                   |
| Suiza.....           | 1902 | 3.628                                 | 1.181                                   |
| Grecia.....          | 1906 | 1.241                                 | 1.110                                   |
| Portugal.....        | 1905 | 2.637                                 | 213                                     |

Fuera de Europa las líneas férreas de vía estrecha han alcanzado gran desarrollo. En los Estados Unidos se construyó la primera en 1870; después en la Argentina, Brasil y Méjico se han usado con éxito. En Africa y Australia han adquirido gran desarrollo á causa de las dificultades que presentan los terrenos.

### Notas generales sobre la vía normal y la vía estrecha.

Los ferrocarriles se dividen, principalmente, en dos grandes categorías principales y secundarios. Son de la primera categoría aquellos de conjunción entre centros importantes, con un desarrollo de muchos kilómetros y un servicio de trenes directos (al menos diez al día), y de la segunda, aquellos de tránsito menor y que en un trayecto corto tocan en varios centros. Estas últimas toman también el nombre de ferrocarriles locales ó vecinales. Sobre el ferrocarril principal generalmente el servicio de carga está mucho más desarrollado y tiene, además, una grandísima importancia estratégica para la defensa del país, para movilizar tropas, para transportes de víveres, etc., etc., mientras que para los ferrocarriles secundarios es necesario, con una fuerte reducción del capital y de los gastos de instalación, poder sostener la concurrencia de la vía.

El ancho de una línea tiene especial influencia sobre su costo. Nótese que para las líneas principales debe adoptarse siempre la anchura normal, facilitando así la comunicación entre varias estaciones sin necesidad de *transbordar*. En los trenes secundarios no importa el transbordo; en este caso se presenta la cuestión de adoptar una separación entre carriles más ó menos conveniente. A esto no es posible buscar una respuesta, ni una fórmula general; es preciso buscar una solución para cada caso particular; la ferrovía estrecha no debe sustituir ni hacerle competencia á la vía normal; debe, sí, completar su red en donde por causas técnicas y pecuniarias no convenga la anchura normal.

Si en regiones de escasa actividad comercial se recurre á la vía estrecha, se tendrán, ciertamente, grandes ventajas, pues la anchura reducida de la línea tiene grandísima influencia sobre el trazado y sobre el costo de las vías férreas secundarias. La vía estrecha permite radios de curvatura mucho menores y pendientes más fuertes, sin disminuir la potencialidad de la línea y disminuyendo en gran parte el trabajo en tierra y la importancia de las obras de fábrica.

(1) *La Energía Eléctrica*, 1913, pág. 415.

(2) *El Trabajo Nacional*, 1914, pág. 237.

Además, la mayor adaptación al terreno de la vía de anchura reducida se cumple mejor para la planimetría que para el perfil longitudinal de la línea, y esta diversidad del trazado reducido y el normal, dificulta la comparación general entre los dos anchos de la línea férrea.

El hecho de la mayor adaptación al terreno resulta del siguiente dato tomado de los ferrocarriles del Estado de Sajonia.

En dicho Estado, en la red completa, se encuentra en curva el siguiente porcentaje:

| RADIO                              | Ancho normal. | Ancho reducido. |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
|                                    | Por ciento.   | Por ciento.     |
| 3.000 metros y más.....            | 14,80         | 0,09            |
| Menor de 3.000 — y mayor de 2.000. | 2,06          | 0,48            |
| — de 2.000 — — 1.500.              | 3,59          | »               |
| — de 1.500 — — 1.000.              | 11,93         | 1,50            |
| — de 1.000 — — 500.                | 23,43         | 8,11            |
| — de 500 — — 400.                  | 14,60         | 6,34            |
| — de 400 — — 300.                  | 20,33         | 8,25            |
| — de 300 — .....                   | 17,61         | 78,23           |

En pendiente:

| PENDIENTE                  | Ancho normal. | Ancho reducido. |
|----------------------------|---------------|-----------------|
|                            | Por ciento.   | Por ciento.     |
| 1:1.000.....               | 5,11          | 0,85            |
| Entre 1:1.000 y 1:400..... | 7,84          | 5,80            |
| — 1:400 y 1:200.....       | 18,41         | 10,34           |
| — 1:200 y 1:100.....       | 40,73         | 20,02           |
| — 1:100 y 1:80.....        | 12,09         | 6,98            |
| — 1:80 y 1:60.....         | 8,12          | 24,44           |
| — 1:60 y 1:40.....         | 7,64          | 25,11           |
| — 1:40.....                | 0,16          | 5,46            |

El siguiente es importante dato sobre la mayor adaptabilidad al terreno de la vía estrecha de 0,75 metros, suministrado por el examen de la red ferroviaria de Sajonia:

|                                 | Ancho normal. | Ancho reducido. |
|---------------------------------|---------------|-----------------|
|                                 | Por ciento.   | Por ciento.     |
| Sobre el nivel del terreno..... | 56,62         | 55,54           |
| Al nivel del terreno.....       | 8,31          | 18,23           |
| Bajo el nivel del terreno.....  | 35,07         | 26,23           |

La adaptación planimétrica al terreno de la vía estrecha es ventajoso para atravesar lugares muy concurridos ó demasiado escabrosos. Se pueden presentar casos en que esta ventaja es mínima ó nula, es decir, en terrenos planos y firmes, en donde un trazado de vía normal coincide con otro de vía estrecha, presentando mayores ventajas el primero.

Teóricamente es infinito el número de separaciones entre carriles que se pueden adoptar, del mínimo práctico de 0,50 metros en adelante. La determinación del ancho de las vías es hoy todavía cosa difícil, y lo fué mucho más en el pasado.

La disminución de pocos centímetros en la distancia entre los carriles se consideró como insignificante en tiempos pasados, pero hoy la práctica demuestra claramente sus ventajas, como son: la disminución del costo del material, tanto fijo como movable, la oposición de menor resistencia, y más que todo, el adaptamiento á terrenos quebrados y difíciles. Todas estas ventajas merecen ser tenidas en cuenta, sobre todo en nuestro país en donde las líneas férreas están tan atrasadas.

## 2.º Sobre el material móvil para vía estrecha.

Ante todo debo dar sitio á un pequeño apunte sobre las locomotoras y vagones especiales para vías estrechas.

De los acuerdos tomados en la VIII Sesión del Congreso internacional reunido en Berna en el año de 1910, copiamos todo lo referente á la vía estrecha, que es como sigue:

«Locomotoras y vagones de una línea de vía estrecha.—La

elección del tipo conveniente para el material móvil de una línea de vía estrecha depende principalmente de las condiciones técnicas sobre las cuales el proyecto de dicha línea se ha basado, en plano y perfil. Conviene, pues, considerar los dos elementos, superestructura y material móvil, independientemente el uno del otro.

### »a) Sobre la vía.

»1.º Todas las veces que la separación de los carriles en una línea proyectada no esté determinada, teniendo en cuenta su unión con una red de vía estrecha ya establecida, ó por otras causas administrativas, se debe preferir la separación entre carriles de un metro.

»2.º En las líneas de adherencia presenta grandes ventajas el no pasar una pendiente de 0,40 milímetros por metro.

»3.º El trazado debe ser seriamente estudiado, procurando obtener para las curvas el mayor radio posible; las curvas de pequeño radio no son admisibles sino en casos indispensables, debiéndose tener en cuenta la construcción de los vehículos destinados á dicha línea. Si la alineación entre el empalme de dos curvas de sentido contrario no está provisto de contracarril, será útil que dicha alineación tenga una longitud, por lo menos, igual á la máxima distancia existente entre dos ejes de las ruedas de un mismo vehículo.

»4.º Si se trata de líneas de tráfico intenso, será ventajoso establecer las travesías y los carriles para una carga de 10 toneladas por eje (vía de un metro de apartamiento). Esta línea debe estar provista en el caso de una gran capacidad, con curvas de radio suficientemente grandes.

### »b) Locomotoras.

»1.º Para aumentar la potencia de las locomotoras se puede recurrir á la máxima presión de la caldera (14 atmósferas) y al recalentamiento del vapor ó al sistema *compound*: estos tres medios pueden adoptarse por separado ó simultáneamente.

»2.º En las líneas de trazado sinuoso no se debe, para el paso rígido de las locomotoras, pasar de lo establecido en la siguiente tabla:

| Radio mínimo de las curvas (en metros). | Longitud máxima correspondiente al paso rígido (en metros). |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 25                                      | 1,4                                                         |
| 40                                      | 1,8                                                         |
| 50                                      | 2,0                                                         |
| 75                                      | 2,5                                                         |
| 100                                     | 2,9                                                         |
| 150                                     | 3,3                                                         |
| 150                                     | 3,6                                                         |
| 180                                     | 3,9                                                         |

»Si el peso adherente necesario no puede ser alcanzado en el límite impuesto del paso rígido y de la carga máxima por eje, se puede recomendar el juego de ejes y la supresión de los bordes de las pestañas en cualquier par de ruedas sobre el mismo eje. Si estos medios son insuficientes, se pueden reemplazar por medio de una disposición que permita la inscripción radial de cualquier par de ejes, sea con el empleo de un *truck motor* (vagón transbordador), móvil con respecto al bastidor principal por medio de una transmisión mecánica de una máquina á vapor principal, ó con una máquina especial para cada *truck*.

### »c) Cubierta metálica del mecanismo.

»Si las locomotoras quedan expuestas al polvo levantado durante la marcha, se puede proteger el mecanismo por medio de una cubierta metálica, que debe ser lo más completa posible.

»d) Debe haber una plataforma en las dos extremidades de la locomotora.

»1.º Para las líneas que atraviesan localidades, de circula-

ción intensa, conviene que el conductor pueda fácilmente vigilar la vía. Si la disposición de la línea no permite que la locomotora se invierta en el extremo de la línea, de modo que el gabinete quede siempre á la cabeza, deben proveerse sus dos extremidades de un espacio suficiente (en donde el regulador y el aparato de cambio de marcha puedan ser maniobrados), espacio provisto de un mirador lo más alto posible, para la completa vigilancia de la línea.

»2.º En las líneas en donde la conducción de la máquina puede ser accionada por un solo maquinista, es muy útil que la máquina sea accesible desde los vagones del tren durante la marcha, lo que se puede obtener con las máquinas ténder, adoptando dos plataformas comunicadas entre sí por medio de pasadizos, para dar acceso á los vagones; con tal disposición, es suficiente una sola plataforma para el equipo de conducción de la máquina.

»3.º En el caso de un servicio efectuado por un tren de dos

vagones sobre una vía especial, la locomotora puede ser intercambiada entre los dos vagones (lo que evita toda maniobra á la extremidad de la línea), siempre que desde las plataformas constituidas en las dos extremidades de los vagones se puedan accionar, por lo menos, el regulador y el tren.

»Trasbordo.

»La experiencia ha demostrado que el trasbordo de vagón á vagón, con una disposición al mismo nivel, no constituye para el tráfico de cambio, entre una línea de vía estrecha y la red principal, una carga demasiado onerosa, en los casos ordinarios. Sin embargo, en ciertas circunstancias especiales es indispensable la reducción de tal trabajo: el *truck*, una disposición en realce ó en fosa, y el aparejo parcial de una línea de vía estrecha cuya plataforma sea de tres ó cuatro carriles, constituyen las soluciones más ventajosas y prácticas.»

FULGENCIO ARCHILA.

(Continuará)

## REVISTA EXTRANJERA

### Descargador de pozos para lagos artificiales.

En el alto valle del torrente Bionia—el afluente más importante del Roja, en el que desemboca cerca de San Dalmazzo di Tenda (Italia)—se están completando en la actualidad los últimos detalles de un dique que forma el llamado Lago de las Mesce, de la capacidad de un millón y medio de metros cúbicos. Este lago es el embalse regulador y de carga de la central de San Dalmazzo, de 60.000 caballos, la cual funciona bajo el salto de 750 metros.

Esta instalación forma parte del importantísimo grupo de cuatro centrales hidroeléctricas de la Società Negri, que fun-

El descargador no podía ser del tipo ordinario de vertedero, ya por la presencia de los grandes témpanos de hielo que cubren el lago durante la mayor parte del invierno y de la primavera—que hubieran podido obstruir el vertedero ó el canal de descarga situado más abajo—ya por la deficiencia del espacio necesario á la instalación de un vertedero de una longitud de cerca de 200 metros, lo que era necesario para asegurar la descarga de las avenidas de una cuenca de 75 kilómetros cuadrados, que se han calculado en 115 metros cúbicos por segundo, ó sea, aproximadamente, 1,5 metros cúbicos por kilómetro cuadrado.

La absoluta certeza del continuo y regular funcionamiento del descargador en las avenidas es de importancia tan vital para

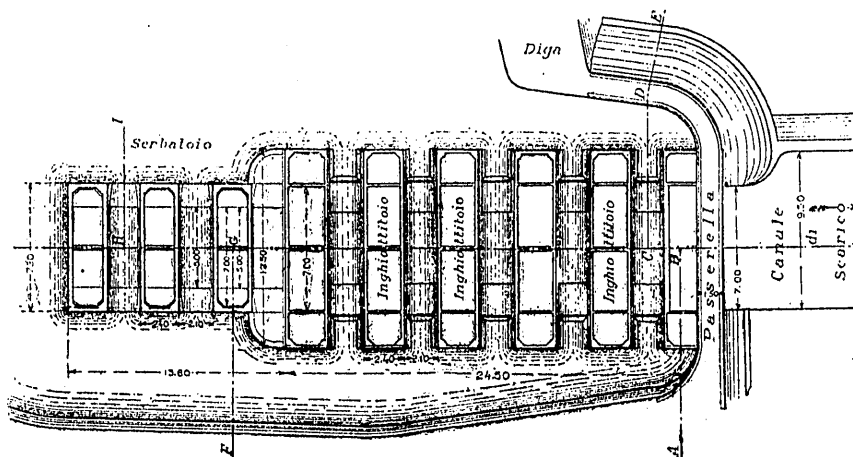


Fig. 1.ª

cionan en el valle del Roja y suministran 100.000 kilovatios á las industrias de la Liguria. El dique citado debe, por su importante altura, 58 metros sobre las fundaciones, incluirse entre los más importantes de Italia.

Clasifícase además este dique entre los que se encuentran á mayor altura sobre el nivel del mar, estando su coronación en la cota 1.373,50 metros, por lo cual en su construcción se han tenido que vencer todas las graves dificultades que son inherentes á la situación de la región de los hielos intensos que duran desde Octubre hasta Mayo.

Presenta también la particularidad de tener un descargador para las avenidas de un tipo nuevo, que merece ser conocido por los Ingenieros que se dedican á construcciones hidráulicas, por las futuras aplicaciones que de él podrán hacerse.

un dique como lo es la válvula de seguridad para una caldera de vapor.

El único punto donde se presentaba como posible la instalación del descargador sin tener que hacer grandes excavaciones en la roca—que además de los grandes gastos hubieran podido poner en peligro la seguridad del paramento de la derecha del dique—era una pequeña meseta natural (fig. 1.ª) constituida por bonísima roca, de una longitud de cerca de 40 metros y de una anchura aproximada de 18 metros, la cual estaba limitada por una parte por un profundo barranco que descendía hacia el lago, y por otra parte por una pared que se elevaba rapidísima y que no convenía atacar de ningún modo.

Era, pues, necesario establecer el descargador en este restringido banco rocoso.