

ces en uniones horizontales entre los bornes de salida de los transformadores y las tomas de corrientes de los hornos.

Esta disposición procura, por lo demás, al mismo tiempo, un cómodo medio de sacar fácilmente los transformadores de sus cubetas para inspecciones y reparaciones.

3.º No es preciso, naturalmente, colocar sobre las canalizaciones de baja tensión aparatos de cierre ni de división en secciones; los aparatos de seguridad se colocarán todos sobre los circuitos de alta tensión; los de inspección, empalmados igualmente á la alta tensión, podrán, á voluntad, graduarse según los datos de funcionamiento de la baja tensión.

X. Observaciones generales sobre las canalizaciones á baja tensión. — Al establecer estas canalizaciones es preciso tomar grandes precauciones.

En los cierres debe evitarse hacer rizo cerrado de metal magnético alrededor de los haces; las barritas de las llaves de cierre deberán construirse con un metal no magnético. Cuando el edificio se construya con armaduras de hierro es preciso evitar hacer pasar la canalización por el interior de un rizo cerrado, constituido por estas armaduras, y si es inevitable, interponer en el trayecto de este rizo una parte de metal no magnético.

Las barras deben emparedarse en el mayor recorrido posible. Entre las barras de los haces deben reservarse intervalos para permitir la refrigeración por circulación de aire. En las piezas de cobre ó bronce, no refrigeradas por un medio artificial, es conveniente no admitir densidad de corriente superior á 1 ó 1,2 A por milímetro cuadrado; en la piezas refrigeradas artificialmente puede elevarse esta densidad hasta 1,5 ó 2 A.

En el cobre de los contactos metálicos no debe excederse una densidad superior á 5 A por centímetro cuadrado de superficie de contacto, estando las superficies bien ajustadas y no estañadas.

Para terminar recordemos estas varias consideraciones, que los hornos eléctricos de electrodos pueden emplearse en metalurgia para las principales operaciones siguientes:

- 1.ª Obtención de aceros especiales al crisol.
- 2.ª Obtención de aceros ordinarios para las distintas fórmulas de trabajo del procedimiento Martin; y
- 3.ª Obtención de la fundición llamada sintética, utilizando las torneaduras de acero por el procedimiento de Keller.

Felizmente, nuestro país es rico en saltos de agua, pero hasta hoy solamente se ha utilizado una pequeña parte. Inútil es insistir sobre la necesidad de explotar inmediatamente esta riqueza natural de nuestra tierra. Las circunstancias obligan en la actualidad á emplear la energía eléctrica para las fabricaciones electro-metalúrgicas.

Acabamos de demostrar, aun admitiendo que esas fabricaciones no puedan continuarse en un porvenir más ó menos próximo, más que haciendo inteligentemente el proyecto de instalación de una estación hidroeléctrica, es siempre posible prever la alimentación ulterior de una red de fuerza motriz.

Dada la facilidad con que actualmente se practica el transporte de fuerza á muy alta tensión (en Europa existen actualmente gran número de instalaciones de 65.000 y 70.000 v. y en América alcanzan corrientemente 100.000 y aun más), combinando la marcha en paralelo de varios saltos y por muy alejados que estén de los centros regionales de consumo, será siempre posible conducir la electricidad hasta esos centros.

La marcha en paralelo de varias estaciones eléctricas no presenta dificultad alguna, aun estando bastante alejadas unas de otras.

A causa de nuestra relativa pobreza de minas de hulla, sería una gran dicha que se organizase en Francia una verdadera cru-

zada para el aprovechamiento de todos los saltos de agua disponibles, tanto de los clasificados en la categoría llamada de la hulla blanca como en los de la hulla verde, y utilizarlos lo mejor posible y de la manera más adecuada á las necesidades de las regiones favorecidas que los poseen.

H.

La fuerza hidráulica que puede utilizarse en España es mayor de diez millones de caballos útiles. ¿Podrán emplearse?

(CONCLUSIÓN) (1)

El Cinca. — De Bielsa á Fraga hay 919 metros.

Así podríamos indicar otros trayectos de ríos, que no cito por no hacerme pesado.

Y no se crea que en estos grandes desniveles pase poca agua y sean, por lo tanto, pequeños riachuelos, no; en el Segre, cerca de Seo de Urgel, en el Pirineo, he visto en una obra que se le supone un estiaje de 6.707 litros por segundo; en Gerri (Pirineos), el Noguera-Pallaresa lleva 11.664 litros; el Balira, en San Julián de Andorra, 7.032 litros, y el Cinca, en Ainsa, lleva 18.585 litros por segundo (2); así se comprende cómo estos últimos ríos al desembocar en el Ebro, en el Cinca ó en el Segre sean muy caudalosos.

El agua que cae en España es mucha relativamente á su latitud. Fijar el promedio con exactitud es cosa imposible, pues no basta saber el promedio anual del agua que cae en varias poblaciones de nuestra nación: es preciso conocer principalmente la que cae anualmente en las cuencas de recepción, y aun en éstas en varias de sus altitudes. Además hay que rebajar el agua que se pierde en evaporación y parte en su filtración ó absorción por los terrenos de cultivo.

Datos pluviométricos hay pocos, y aun en éstos ha presidido el criterio meteorológico y no el industrial. Además, el promedio de lo que indican los pluviómetros oficiales es menor de lo que debe ser, pues varios se hallan en las regiones que llueve menos.

He dicho que en España llueve más que en otros países de igual latitud, y es porque aquí estamos casi rodeados por el mar y hay sitios más fríos que en otras de igual latitud, debido á que poseemos largas y altas cordilleras; tanto es así, que el agua caída en los Montes Malditos ha llegado á ser de 3,400 metros al año; en la sima del Perdiguero, 3,220 metros; en Malpas, 3,200 metros, en los Posets, 3,367 metros, y en Viella, 1,480 metros.

Como en las altas cuencas de recepción llueve mucho más que en la parte baja, y en las llanuras que están á poca altitud si bien llueve poco, aprovecha para obtener saltos de agua, bien puede fijarse el promedio de la lluvia en España, según los muchos datos que poseo, entre ellos los de las obras de Thos y Codina, Brunhes, Llauredó y datos de observatorio, en 0,55 metros al año; pero, aun quedándome muy corto, el promedio del agua que cae en la superficie de la tierra es de 0,756 metros.

Por lo expuesto se ve lo difícil que es fijar, aunque sea aproximadamente, la fuerza hidráulica que puede desarrollarse en España. No obstante, si os fijáis en la extensión superficial de nuestra Nación, que es de 504.547 kilómetros cuadrados, en la lluvia media prudencial de 0,55 metros al año y en la altitud media de España de 700 metros, y, por lo tanto, el promedio de lo que des-

(1) Véase el número anterior.

(2) Estos aforos deben referirse sin duda al estiaje medio.

ciende el agua de lluvia desde que toca tierra hasta llegar al mar, y si además aplicamos la fórmula para determinar la fuerza que puede desarrollarse en un salto de agua, saldrá una fuerza tan inmensa que, aunque se tome como aprovechamiento sólo el 11 por 100, que es muy poco empleando embalses lago, os resultará una cantidad superior á 10 millones de caballos hidráulicos. Si creéis exagerada la cantidad de lluvia, pondremos 0,45 metros, y aun así, tomando sólo el 15 por 100 de aprovechamiento, aun tenemos más de 10 millones. Recordemos que con el agua que cae en la parte de los Pirineos catalanes y parte de la provincia de Huesca pueden obtenerse millón y medio de caballos.

El aprovechamiento del agua será grande y los resultados inmensos si las diversas explotaciones las llevan á cabo con grandes capitales y buena dirección, porque así es posible los grandes embalses, con los cuales no se pierde tanta agua en las grandes avenidas, y además la electricidad obtenida puede llevarse á gran distancia á los centros industriales de consumo.

¿Podemos emplear los 10 millones de caballos hidráulicos que suponemos pueden desarrollarse en España?

Si no pudiéramos transformar la energía de los saltos de agua en electricidad, diríamos que no; pero como esto es posible, toda esta gran potencia tendrá aplicación, como luego se dirá.

Recordemos que la mayor parte de la riqueza hidráulica se halla en las grandes altitudes, en donde se pueden formar inmensos pantanos con poco coste relativo, y, por lo mismo, es factible recoger el agua de las grandes avenidas de los ríos, que de la otra manera no se aprovecha y va al mar, y se pierde agua y fuerza. En aquellos sitios pueden obtenerse grandes saltos con canales muy pequeños, todo lo cual hace que el caballo hidráulico salga á muy bajo precio; y como se transforma en electricidad, ésta se conduce por medio de cables á las grandes poblaciones y demás sitios de consumo.

Sin la transformación eléctrica no es posible gastar esta fuerza hidráulica desarrollada en estas altas cuencas de recepción, porque ¿cómo se instalan allí centros industriales, en donde no hay nada, ni siquiera obreros?

Hoy, con la electricidad, todos los saltos pueden explotarse; con un cable, con un hilo, se transporta su fuerza á cientos de kilómetros y adonde se quiere. Tanto es así, que en Barcelona se mueven parte de las máquinas útiles, telares, etc., con la energía que producen los inmensos saltos que se hallan en los picachos ó parte alta de los Pirineos correspondientes á la provincia de Lérida. De manera que sin ferrocarriles y país obrero inteligente, en aquellos riscos podemos aprovechar estos saltos con facilidad y gran economía.

¿Cómo pueden aprovecharse estos 10 millones de caballos? Principalmente:

- 1.º En la iluminación de poblaciones.
- 2.º Sustituyendo la fuerza motriz térmica de las actuales fábricas por la electricidad, y así dejaríamos, en parte, de comprar carbón extranjero.
- 3.º En la electrificación de los ferrocarriles secundarios pirenaicos y de las otras cordilleras.
- 4.º En la metalurgia é industria química eléctrica.
- 5.º En la obtención de abonos nitrogenados.
- 6.º En muchísimas industrias relativamente pequeñas, cuyo conjunto es importantísimo.

Cuando todo lo expuesto tome gran incremento, no bastarán los 10 millones de caballos. Para hacerse cargo sólo apuntaré algunos datos. Examinemos cada partida.

En la sustitución de la fuerza motriz y térmica actual y en la instalación de pequeños motores.—Siendo insuficiente para nuestras necesidades la cantidad de carbón que se extrae de nues-

tras minas, pero tanto que debíamos importar hace poco del extranjero unos 3 millones de toneladas anuales (1), se impone la sustitución de los motores térmicos por los eléctricos. En España podemos tener fuerza á muy bajo precio, como luego veremos, debido á los potentes saltos que pueden establecerse con gastos relativamente pequeños; en Cataluña, esta sustitución es importantísima, y lo sería más si el cambio del motor térmico por el eléctrico no costase tanto. Esto nos dice que es inmenso el número de caballos que pueden colocarse en toda nuestra Nación, tanto en el cambio de motor como en el gran número de las nuevas instalaciones.

En Cataluña nos han demostrado las nuevas Compañías, con los capitales que han formado, que esto tiene mucha importancia. La Canadiense aparece con un capital de 365 millones de pesetas; la Energía Eléctrica, con 40 millones, y La Catalana, con 50 millones; y si sumamos las instalaciones térmicas de estas Compañías, que sólo en Barcelona es de 65.000 caballos, estas tres Empresas figuran con un capital de 480 millones de pesetas.

En la electrificación de los ferrocarriles secundarios.—Si bien en el extranjero aumenta con más rapidez que aquí la tracción eléctrica, en España es ya mucha la fuerza empleada para el movimiento de los tranvías eléctricos de varias ciudades y en los tranvías ó ferrocarriles entre dos poblaciones, cuyas líneas tienen un desarrollo de 12, 14, 16, 20, 25 y hasta de 46 kilómetros. El ferrocarril eléctrico en construcción de Barcelona á Tarrasa está ya parte de él en explotación.

En nuestra Nación deben construirse muchas líneas pirenaicas, tanto como vías militares, como para dar vida á las poblaciones de las cordilleras. Siendo estas líneas de gran pendiente, conviene la tracción eléctrica, y además por ser barata la fuerza en aquellos sitios. Estos ferrocarriles pueden absorber algunos cientos de miles de caballos que pueden obtenerse fácilmente en aquellas altas regiones. No sabemos si la guerra ha desbaratado los planes que tenía el ya difunto Mr. Pearson. En *La Energía Eléctrica* de 1913, pág. 352, se dice: «Según leemos en un colega profesional, parece que Mr. Pearson, en su resolución de innovar y acaparar toda clase de servicios eléctricos, ha ofrecido á las Compañías de los ferrocarriles del Norte y de Madrid-Zaragoza-Alicante, hacerse cargo de la tracción en sus líneas, instalando la electricidad por su cuenta, para sustituir con la fuerza hidráulica de los saltos del Noguera-Pallaresa y del Ebro la de vapor que hoy emplean, y sirviéndose de personal propio para cuadruplicar las velocidades. Esta gestión se ha formulado en París, y dicese que con aspecto bastante favorable para el proponente».

Hay varios proyectos de ferrocarriles eléctricos. He aquí algunos:

En *La Energía Eléctrica* de 1913, pág. 472, se dice: «Existe el proyecto de construir un ferrocarril eléctrico entre Vinaroz, Cherta y Benicarló, pasando por San Jorge, La Jana, Canet, San Mateo, Cervera y Galig».

Esto nos dice que en ello se ven grandes ventajas, y, por lo mismo, pronto tendremos varios ferrocarriles eléctricos movidos por grandes saltos de agua.

En la iluminación de poblaciones.—El desarrollo que toma la iluminación eléctrica en España es inmenso; hace poco que teníamos en nuestra región catalana unas 177 poblaciones que empleaban esta iluminación. El día que grandes Compañías, y, por consiguiente, con capitales suficientes, exploten algunos de los muchos saltos que existen en diferentes puntos de España, y que hoy, empleando un alto voltaje, es posible llevar la electricidad

(1) Con la guerra mundial ésta ha variado.

con economía á grandes distancias, entonces será doble iluminar las numerosas poblaciones que están lejos de los ríos, y que hoy deben gastar petróleo, acetileno ó aceite.

Es notable por sus conducciones á distancia la nueva Central hidráulica de El Molinar, situada á no muchos kilómetros de Almansa.

El agua la recibe del río Júcar; y como la electricidad que allí se obtiene, ayudada de transformadores, es á 70.000 voltios de tensión, se lleva fácilmente á Madrid, que dista 254 kilómetros; á Cartagena, á unos 131 kilómetros; á Valencia, 80 kilómetros, y á Alcoy, á 82 kilómetros. Las comarcas que atraviesa tienen muchas poblaciones, que si fuese este salto más importante podría dar luz y fuerza á gran número de pueblos. Las líneas de transporte de electricidad de la Sociedad La Energía Eléctrica, que posee desde Capdella á la estación térmica de San Adrián, es de 176 kilómetros, más una derivación de 18 kilómetros; la que tendrá La Catalana desde la Central de Seira á Barcelona tiene 225 kilómetros de longitud; y como el voltaje se elevará á 140.000 voltios, se comprende que de tan lejos puedan venir tantos kilovatios (1). Sin temor de equivocarme, diremos que Cataluña será pronto la región de Europa que tendrá más iluminación eléctrica.

En la metalurgia é industrias químico-eléctricas.—Una de las naciones en que más indicado está el empleo de los hornos eléctricos en su metalurgia es, sin duda, España, y lo es porque, además de tener poco carbón, éste no se halla siempre junto á las regiones que contienen grandes yacimientos del mineral que debe darnos el metal que deseamos obtener. En la actualidad, el empleo de los hornos eléctricos está bastante extendido en varias naciones; actualmente existen 300 hornos eléctricos (2); según datos de hace poco tiempo, consumían los mayores, de South-Chicago y de Worcester, 2.000 kilovatios para cargas de 15 toneladas. En América había hornos eléctricos de arco para la reducción del mineral de hierro, que absorbían 2.000 kilovatios y producían 7.500 toneladas al año (3). En Alemania, en 1915, ha obtenido 130.000 toneladas de acero eléctrico (4).

Es tan importante en otras naciones la metalurgia y las industrias, que llegan á consumir casi la mitad de la energía producida por las centrales eléctricas: en Francia es el 49,1 por 100, en Noruega es el 50,6 y en Suecia el 32,4 por 100 (5). Esto nos dice que el día que se establezcan aquí grandes y económicos saltos de agua cerca de las regiones mineras, pronto tendrá empleo el fluido eléctrico que allí se produzca.

En España hay mucho que hacer, pues tenemos bien poca cosa. En Araya (Vitoria) hay instalados dos hornos eléctricos de reducida capacidad, y la Sociedad Altos Hornos de Vizcaya está montando, hace algún tiempo, un horno eléctrico de arco para producir aceros especiales. La fábrica de Luzones tiene instalada una refinería electrolítica de cobre; en Barcelona se está instalando otra, y también es importante la industria de la extracción electrolítica del estaño de la hoja de lata y la de anticriptogámico «Cupriol», instalada en Navarra.

La industria electrometalúrgica que se ha desarrollado más en España es la del carburo de calcio. Ya hay en España 13 fábricas, produciendo, según el Ingeniero Sr. Gallego, 15 millones de toneladas anuales, producción que creo por ahora es más que suficiente para nuestro consumo, industria que puede ser de un porvenir muy brillante si llega á ser una realidad la producción del benzol partiendo del carburo.

El cloruro de cal se obtiene en Flix (provincia de Tarragona) y en la Electra del Besaya (Santander), produciendo ambas 10.000 toneladas, y poseyendo la primera un salto de 2.100 caballos y la segunda de 2.000.

Hay además varias pequeñas industrias eléctricas que no tienen gran importancia.

En la obtención de abonos nitrogenados.—Todos saben que en España se emplea poco el cultivo intensivo; por lo tanto, se consumen relativamente pocos abonos y, por nuestra desgracia, éstos nos vienen en gran parte del extranjero: en guano, del Perú; en nitrato, de Chile; en sales potásicas, de Stassfurt (Alemania), y en abonos nitrogenados obtenidos con la electricidad fuera de nuestra Nación. A pesar de que se abona poco, sólo de nitrato de sodio se importó en 1912 en España 47.000 toneladas, ó sea por valor de más de 10 millones de pesetas (1).

Para abonar necesitamos principalmente sales potásicas, fosfatos y ázoe en combinación. Abonos potásicos tenemos grandes cantidades en Suria, en la provincia de Lérida; hay allí una riqueza inmensa, que el día que se explote en regla bastará para España y aun podremos exportar (2). Abonos fosfatados tenemos en abundancia en las minas de Logroñán, en Cáceres, pero casi sin explotar. El Sr. Carhallo, en un trabajo dado á luz hace pocos meses, dice: «A mediados del mes de Agosto del año pasado hube de girar una visita á las minas de Logroñán, en Cáceres. Entre otras cosas que no he de exponer, me llamó poderosamente la atención la escasez y deficiencia de medios empleados en la explotación de aquellos ricos criaderos, para cuyo transporte apenas disponen de vías de comunicación. Se extraen, por lo tanto, pequeñas cantidades de mineral, insuficientes á cubrir la demanda de los agricultores (3).

Abonos azoados ya he dicho que nos vienen de fuera en cantidades notables, lo que ocasiona la salida de España de bastantes millones de pesetas, que valdría más que no salieran. Agotándose los depósitos americanos, pues se cree que lo quedarán dentro de cincuenta años (4), los agricultores han puesto su confianza en los nuevos abonos nitrogenados obtenidos por medio de la electricidad. Con la gran riqueza hidráulica que posee nuestra Nación podemos emanciparnos fácilmente del extranjero.

Para comprender bien el gran número de caballos que puede emplear esta industria, diré que un pe iódico parisiense del 17 de Mayo de 1913 dice que la Société Norvegienne de l'Azoe, de Noruega, dispondría dentro de algunos años de una fuerza de medio millón de caballos.

La Energía Eléctrica del año pasado dice que la Empresa francesa de Notodden, que reparte dividendos enormes, dentro de dos ó tres años habrá realizado todo el programa de explotación, que comprende la fuerza de 501.000 caballos.

Las fábricas de calcocianamida son más numerosas que las fábricas de nitratos; según una revista alemana, al dar datos estadísticos de 1915, nos dice que suman todas las instalaciones que cita 300.000 toneladas.

No hace mucho que se ha constituido una Sociedad para la obtención de los abonos nitrogenados, con la denominación de Ibérica del Ázoe ó Sociedad del Ázoe, la cual, ha dicho una re-

(1) Véase *El Trabajo Nacional*, 1914, pág. 236.

(2) *Industria é Invencciones*, 1917, pág. 50.

(3) *Cosmos*, 1911, II, pág. 590.

(4) *Industria é Invencciones*, 1917, pág. 55.

(5) *El Trabajo Nacional*.

(1) *El Trabajo Nacional*, pág. 145.

(2) En 1911 España importó de Alemania sólo 18.341 toneladas, que corresponden á 9.845 toneladas de potasa anhidra pura. Mientras que en 1911 Alemania consumió 1.204,8 kilogramos de potasa anhidra por kilómetro cuadrado de tierra cultivada, los Estados Unidos empleaban 141,4 kilogramos y Francia 80,6; aquí sólo gastamos 13,2 kilogramos. Con lo que poseemos se podrá abonar mucho más y sin miedo de que nos falte potasa por espacio de muchos años. (Para más datos, véase *Resumen de Agricultura*, 1914, página 540.)

(3) *La Energía Eléctrica*, 1916, pág. 210.

(4) *La Energía Eléctrica*, 1916, pág. 211.

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.