
ANALES DEL INSTITUTO DE INGENIEROS

ESTUDIO SOBRE LOS FERROCARRILES VECINALES O SECUNDARIOS

ÍNDICE

§ I.

CONSIDERACIONES GENERALES

- 1.—Oportunidad del establecimiento de estas líneas.
- 2.—Verdadero rol del ferrocarril secundario.
- 3.—Ejemplo de una línea de Rancagua á los Baños de Cauquénes.
- 4.—Cuestión trasbordo en las líneas vecinales.
- 5.—Ventajas que traerían la creación de estas líneas.
- 6.—Caso de una línea secundaria que, con el tiempo, pueda llegar á ser línea de primer orden.
- 7.—Clasificación de las líneas secundarias.

§ II.

TRASBORDOS DE LAS MERCADERÍAS

- 1.—Influencia de los gastos de trasbordo en los gastos generales de la explotación de una línea.
- 2.—Examen de la cuestión trasbordo en los empalmes de las líneas secundarias.
- 3.—Bifurcaciones de las Vegas, Centinela, San Rosendo, Santa Fe y Renaico, de nuestras líneas.
- 4.—Costo de los trasbordos.
- 5.—Complemento de carga, en líneas sin trasbordo.
- 6.—Examen del costo del acarreo incompleto y del complemento de carga.
- 7.—Pérdidas que ocasionan los acarreos incompletos en los Ramales.

- 8.—Distancia máxima para la cual conviene el acarreo incompleto, en lugar del complemento de carga.
- 9.—Opinión del general Palmer. Línea de Dendes á Río Grande.
- 10.—Los intereses de las sumas economizadas en la construcción de una línea secundaria, pagan más que los gastos del trasbordo.
- 11.—Cálculos anteriores hechos con los datos de nuestras estadísticas de ferrocarriles del Estado.
- 12.—Estudio de la bifurcación del Ramal de la Palmilla, bajo el punto de vista de la economía de la explotación. Correcciones de estas cifras.
- 13.—Interés que tienen las compañías explotadoras en no dejar correr el equipo vacío y por consiguiente trasbordos aún en líneas de la misma trocha.
- 14.—Recargo del trasbordo representado en kilómetros corridos por la carga.
- 15.—Examen de nuestras estadísticas, economía de construcción en las líneas.
- 16.—Ejemplo con un Ramal de 42 kilómetros con una entrada hasta de 4,000 pesos por kilómetro.
- 17.—Ventajas de la construcción de las líneas locales, con trocha angosta, apesar del trasbordo.
- 18.—Otras consideraciones sobre los cálculos anteriores, economía de tiempo.
- 19.—Consideraciones sobre las pérdidas de tiempo.
- 20.—Ancho ó trocha que conviene dar á las líneas, fórmula Vardling, problema directo.
- 21.—Cálculo anterior, problema inverso.
- 22.—Hipótesis del cálculo anterior y observaciones á este respecto.
- 23.—Ejemplo sobre aplicaciones de las fórmulas anteriores.
- 24.—Observaciones sobre los cálculos anteriores.
- 25.—Continuación de las observaciones aplicándolas á nuestras líneas.
- 26.—Instalaciones particulares para facilitar los trasbordos.

§ III.

TROCHA DE LA VÍA

- 1.—Economía del peso muerto del material de la vía angosta.
- 2.—Mejor utilización del material de las vías angostas.
- 3.—Facilidades de maniobras con el material de las vías angostas. Fijación de la trocha de la vía.
- 4.—Mientras más es la trocha, más económicas son las construcciones de la vía, minimum que debe ser fijado en relación con los trasportes que hay que efectuar.

- 5.—Dimensiones máximas del ancho de los wagones de las vías; trochas que aprovechan mejor la superficie de los wagones.
- 6.—Ventajas en los carros de pasajeros de las trochas de 0.^m75 y de 1.^m00.
- 7.—Ventaja de la vía de 0.^m75 y de 1.^m00 en los carros de carga; disminución del peso muerto.
- 8.—Coches de pasajeros para vías de 0.^m75.
- 9.—Locomotoras para el servicio de las vías de 0.^m75 y 1.^m00.
- 10.—Velocidad de los trenes en las vías de 0.^m75.
- 11.—Las trochas de 0.^m75 y de 1.^m00 son las que la experiencia demuestra como más ventajosas y que deben adoptarse en estos casos.
- 12.—Trochas más usadas.
- 13.—Trochas de los ferrocarriles secundarios en Francia, Inglaterra, Bélgica, Suiza, Italia, España, Portugal, Grecia, Alemania, Hungría, Rusia, Noruega, Suecia, Algeria, Egipto, Turquía, Austria, Indias Inglesas, Japón, Canadá.
- 14.—Trochas americanas: Estados Unidos, Brasil, Bolivia, Venezuela, Perú.
- 15.—Trochas de los ferrocarriles chilenos.
- 16.—Resumen.

§ IV.

RESISTENCIA Á LA TRACCIÓN

- 1.—Consideraciones generales.
- 2.—Igualdad de resistencia á la tracción en las líneas angostas y normales; aumento de $\frac{1}{3}$ en las líneas establecidas en los caminos públicos.
- 3.—Conveniencia de evitar que el trazado de la línea secundaria vaya por las calzadas de los caminos.
- 4.—Aumento de resistencia debido á las gradientes.
- 5.—Aumento de resistencia debido al pasaje de las curvas.
- 6.—Datos para estudiar el mejor tipo de locomotora para una línea secundaria.
- 7.—Manera de calcular el esfuerzo de tracción que puede desarrollar una locomotora.
- 8.—Ejemplo para hacer resaltar la diferencia de esfuerzos de tracción en vías de rasgo propio, ó en vías que usan las calzadas de los caminos.
- 9.—Fórmulas para calcular el esfuerzo de tracción de una locomotora según sus dimensiones.
- 10.—Conclusión.

§ V.

GASTOS DE EXPLOTACIÓN Y CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

- 1.—Generalidades. Equipo más conveniente.
- 2.—Una explotación de línea secundaria bien organizada es más económica que la de las grandes líneas. Opinión de M. Nordling.
- 3.—Las tarifas de las líneas secundarias deben estar en relación con su tráfico.
- 4.—Líneas del Estado ó de las Provincias ó subvencionadas. En qué carácter deben considerarse las líneas secundarias, si como de uso público ó privado. Opinión de Mr. Sax, manifestando el carácter público de estas líneas.
- 5.—Refutación de teoría de Sax.
- 6.—Doctrina del señor Ulrich. Consecuencias fatales de que las líneas secundarias queden en manos de sociedades particulares.
- 7.—Observaciones sobre las teorías anteriores.
- 8.—Conclusiones de las teorías anteriores. Las líneas secundarias deben ser siempre vigiladas por los poderes públicos.
- 9.—Sociedades por acciones.
- 10.—Consideraciones económicas sobre las entradas y gastos é intervención de los capitales privados ó públicos.
- 11.—Manera de formar los capitales para la construcción de las líneas Belgas.

Estudio sobre los ferrocarriles vecinales ó secundarios.
Programa.

- § I.—*Consideraciones generales.*
- § II.—*Trasbordo de las mercadertás.*
- § III.—*Trocha de la vía.*
- § IV.—*Resistencia á la tracción.*
- § V.—*Gastos de explotación.*
- § VI.—*Manera de construirlos; vía y accesorios.*
- § VII.—*Condiciones de las legislaciones francesas y belgas.*
- § VIII.—*Formación de sociedades.*
- § IX.—*Detalles de la Sociedad de ferrocarriles vecinales belga.*

§ I.

CONSIDERACIONES GENERALES.

1. Habiendo tenido nuestras líneas férreas del Estado un gran desarrollo en estos últimos años, completándose una gran parte de la línea central, y construyéndose al mismo tiempo ramales transversales en nuestros valles más ricos como producción agrícola; y que, á no dudarlo, en un tiempo no muy lejano algunos de ellos serán prolongados hasta la costa, para evitar largos acarreos á productos poco valiosos, como pasa actualmente, no teniendo toda la línea de Valparaíso á Toltén más salidas al mar que los puertos de Valparaíso y Talcahuano: ha llegado el caso talvez de pensar en facilitar los acarreos de detalle, es decir, de pensar en la *red de líneas secundarias*, que serán los afluentes, por decirlo así, de la gran corriente de acarreo de la línea central ó de los ramales que más tarde, prolongados hasta la costa, sean también líneas troncos de gran movimiento.

Actualmente nuestra agricultura y nuestras industrias locales no poseen más medios de acarreo para llevar sus productos á las estaciones de las líneas férreas, que las carretas ó cualquier otro sistema de vehículos movidos por fuerza animal, viéndose obligadas muchas veces á soportar todas las consecuencias onerosas de nuestros defectuosos caminos públicos. Sólo algunos centros industriales ó bodegas agrícolas, que se encuentran no muy lejos de las líneas férreas han construido pequeños desvíos que les permiten acarrear la materia prima y volver en retorno sus productos, arrastrando los mismos wagones de nuestros ferrocarriles del Estado hasta sus establecimientos. Pero estas soluciones son excepcionales y poco aplicables á la agricultura y á muchos valles que, aunque productores, no tienen elementos

suficientes para soportar los gastos de esta clase de ramales cuando ellos deben tener una extensión más ó menos considerable para que sus ventajas sean eficaces.

2. Estas mismas dificultades se han presentado con mayores ó menores proporciones en casi todos los países después que se han encontrado concluídas las grandes líneas; y la manera de subsanarlas ha sido reuniendo á los *ferrocarriles secundarios o vecinales* de construcciones ligeras, poco costosas, y que por su naturaleza se prestan muy fácilmente para seguir muy de cerca las ondulaciones de los terrenos y por consiguiente pueden evitar casi siempre las construcciones de obras de arte más ó menos costosas que habrían sido indispensables, con vías construídas con la misma trocha ó con los mismos principios de construcción y explotación que las vías de gran tráfico.

La reducción de la trocha ha sido siempre el principal escollo de las líneas secundarias por cuanto obliga, en la mayor parte de los casos, al trasbordo de las mercaderías. Pero si examinamos este punto con alguna detención veremos que en la mayor parte de los casos se exageran sus consecuencias, sobre todo tratándose de ferrocarriles secundarios,

3. Aunque este punto lo trataremos detalladamente en el párrafo siguiente, fijaremos las ideas en cuanto nos sea posible, tomando un ejemplo de lo que sucedería entre nosotros si se construyera una línea férrea secundaria en cualquiera de nuestros valles laterales que no pueden pretender la construcción de una vía como la de los ferrocarriles del Estado. Supongamos el rico valle que se estiende de Rancagua al oriente. Los productos de toda esa zona, Machalí, La Compañía, etc., etc. bajan por carretas con más ó menos dificultades, según el estado de los caminos, hasta Rancagua; y ahí son *trasbordadas en condiciones bien desfavorables* para ser embarcadas en los wagones de la línea central. Si se dotara a ese valle de una línea económica, de un *ferrocarril vecinal*, de poco cos-

to de construcción se facilitarían mucho esos mismos acarreos, se servirían mejor esas mismas localidades, con pequeños ramales que irían á buscar los productos agrícolas á los centros mismos de producción, siendo el principal de ellos, el que podría llevarse fácilmente al establecimiento de los Baños de Cauques pasando por Machalí, línea que indudablemente procuraría un tráfico de pasajeros no despreciable. Este ferrocarril vecinal llevaría todos los productos del valle á la estación de Rancagua, y allí, colocando los wagones de la *línea vecinal* lado á lado con los de la línea del Estado, el *trasbordo se haría indudablemente en mejores condiciones que de la carreta á los wagones del Estado*, por consiguiente, ¿en qué disminuiría el trasbordo de las mercaderías la importancia de este ferrocarril? ¿Hay esperanza, hablando comercialmente y por consiguiente prácticamente, de tener una vía ancha de Rancagua hacia la cordillera? Indudablemente que nó; siendo así, la solución está en entrar de lleno en la construcción de estas pequeñas líneas, sin exigencias de obras de arte costosas, plegándose por su naturaleza á todas las necesidades de los detalles.

4.—Se ve, pues, que la cuestión trasbordo es relativa, ella puede ser tomada muy en cuenta y debe estudiarse especialmente en ciertos casos en que esta operación se pueda evitar ó con líneas que, llamándose secundarias, están llamadas á tener un desarrollo posterior más ó menos considerable; en el párrafo siguiente apuntaremos cifras y datos que permitan apreciar esta cuestión en su verdadero valor; pero, en general, ella, aunque afecta á los gastos de explotación de las líneas secundarias, no por eso les hace perder su importancia.

Entre nosotros, en ciertos casos, puede perder toda su importancia construyendo los ferrocarriles vecinales con la trocha de un metro, por cuanto en estas condiciones la cuestión trasbordo puede reducirse á un gasto relativamente pequeño por tonelada de acarreo. Se admite generalmente en las vías angos-

tas, donde no circulan trenes de gran velocidad, que los wago-
nes pueden tener un ancho de dos y media veces el ancho de
la trocha: en una vía de 1 metro podían entonces circular wago-
nes que tengan 2 metros 50 centímetros de ancho; y las cajas ó
marcos del equipo de carga de nuestros ferrocarriles del Esta-
do es de 2 metros 59 centímetros. Usando entonces el equipo
americano, que es el más recomendado para nuestras líneas y
el más empleado, un cambio de bogies, que permita á esos ca-
rros circular por las líneas de un metro, evitará todo trasbordo de
las mercaderías. En cuanto al largo de los wagones, es sabido
que no se toma en cuenta, por cuanto el uso del bogie les per-
mitirá siempre pasar por curvas muy estrechas.

Se ve, pues, que la cuestión trasbordo en sí, si bien puede
afectar á los ferrocarriles vecinales, para fijar en algunos casos
el mínimum de la trocha de la vía, no debe ser considerada ba-
jo el mismo punto de vista que cuando se trata de sacar ramales
secundarios de los ferrocarriles del Estado, que pueden estar
llamados á tener un desarrollo más ó menos considerable de
tráfico ó ser prolongados más tarde hacia la costa.

Los ferrocarriles *vecinales* tienen un papel aunque más mo-
desto no menos útil, y para que ellos remuneren los intereses
de los capitales invertidos en su construcción *cuando son de vía
angosta y «sean verdaderamente económicos es absolutamente ne-
cesario que sean trabajados y explotados con materiales adecua-
dos para la línea, y no ser una copia en pequeña escala de las
vías de trocha normal.»*

5.—En estos casos los fletes que se conseguirán con las líneas
vecinales serán siempre menores que los que paga la agricultura
ó la industria con sus acarreos en carretas, carretones, etc. y por
consiguiente ventajosas para toda la zona que pueden servir, y
por otra parte disminuirán los gastos inevitables de trasbordo
por cuanto será siempre más barata dicha operación, con insta-

laciones convenientes, hecha de wagón á wagón, que de la carreta al wagón.

Tampoco es preciso hacerse ilusiones que estos ferrocarriles vecinales puedan luchar en tarifas con las grandes líneas, porque para hacer *comercial* su existencia, no se puede siempre aplicarles las tarifas ínfimas que puede fijar una gran línea. Hay que contar con que, teniendo menos tráfico ó menor número de *quintales métricos por kilómetro corrido*, sus tarifas puedan ser más altas que las de las líneas del Estado; pero en todo caso serán siempre menores que los fletes en carretas ó con vehículos arrastrados con fuerza animal. Si no se lograra obtener este resultado, la línea *vecinal* que se estudiaba no tendría ninguna razón de ser.

6.—Si la línea secundaria ó vecinal tuviera que construirse en un valle que se dirija hácia el poniente, y que con el tiempo pudiera ser prolongada hácia la costa; entonces sería el caso de no disminuir la trocha de la vía, teniendo en vista las prolongaciones futuras. Pero, siempre se podría hacer su construcción en el primer momento, enteramente económica; disminuyendo el peso de los rieles, usando locomotoras de poco peso como se hizo con el ramal de la Palmilla recién se construyó, y que, desgraciadamente no ha dejado un ejemplo enteramente satisfactorio porque fué explotado, desde el principio, con el mismo equipo de la línea central, ocasionándole así un deterioro precipitado y rápido. Sin embargo, un ramal de esta naturaleza, explotado con los mismos wagones de la línea central y usando en él locomotoras livianas y mas bien multiplicando en ocasiones el número de trenes antes que recurrir á máquinas de fuerte tracción es sin disputa *un tipo* para los ramales que, como el de la Palmilla, principian por servir localidades más ó menos ricas y que más tarde su prolongación se va imponiendo poco á poco, hasta que lleguen á tener su salida en la costa y en ese caso pasen á formar parte de las líneas principales. Como se ve, en estos

casos, lo único que se hace es que la primera instalación de la vía sea lo más económica posible.

7.—Los *ferrocarriles secundarios* se clasifican generalmente en las tres categorías siguientes:

1.^a—*Líneas de trocha normal que evitan por completo los trasbordos.*

El carácter secundario de estas líneas consiste en que el peso de los rieles, equipo, etc., es menor que el de la vía normal, por consiguiente, sus puentes y obras de arte se han podido hacer más económicas, por razón del menor peso del material rodante. Son aplicables á ramales de cierta importancia y de un tráfico regular y seguro y que, la mayor parte de las veces están llamadas á ser prolongadas más tarde y llegar á ser líneas de gran tráfico.

2.^a—*Líneas de trocha angosta que obligan al trasbordo en las estaciones de junción; pero procurando siempre hacerlo lo menos oneroso posible, por medio de disposiciones especiales.*

Para ello se usan grúas, plataformas convenientemente dispuestas, cambios de bogies de los wagones, etc., etc. Construidas con materiales adecuados y explotadas convenientemente, son realmente económicas y el *verdadero tipo de ferrocarril secundario ó vecinal*.

3.^a—Los *tranvías á vapor*. Esta solución, empleada como *ferrocarriles secundarios*, no ha dado siempre buenos resultados; pero hay casos y sobre todo cuando se pueden emplear los caminos públicos que pueden satisfacer las necesidades de ciertas localidades.

8.—En el presente estudio no nos ocuparemos, propiamente hablando, sino de la clase de ramales que pueden llamarse *secundarios ó vecinales*, los que por su situación no pueden pensar en llegar á ser líneas de primer orden, como pasaría con el ejemplo que ya hemos citado, con un ramal que se desprendiera de Rancagua al oriente y que, llegando al establecimiento de

los Baños de Cauquenes, tuviera sus ramificaciones en todo el valle, llevando sus pequeños wagones al lado de las trilladoras ó graneros de cada hacendado, que, propiamente, no harían otra cosa que reemplazar la tracción animal.

§ II.

TRASBORDO DE LAS MERCADERÍAS.

1.—Siendo la cuestión del trasbordo de las mercaderías, la que ha entorpecido en muchos casos el justo desarrollo de las líneas vecinales, y la que, por otra parte, puede tener una importancia tal, en algunos casos, que ella determine la trocha de la vía de las líneas que se quieren construir, trataremos de estudiarla detalladamente, aunque este acopio de datos sea largo y de lectura poco amena.

Casi desde el principio de la construcción de los ferrocarriles los ingenieros se vienen preocupando de las cuestiones de *trasbordos*, por cuanto ellas tienen que operarse, no sólo con las mercaderías que van á ser destinadas á ser transportadas por vías de distintas trochas, sino que, en toda bifurcación hay que efectuarla en mayor ó menor escala, según los casos. Mr. Dermond, inspector jeneral de puentes y calzadas belgas, estudiando este asunto, emitió su opinión al Gobierno, y dió como resultado de sus estudios que, «los gastos de trasbordo no entran sino por una parte muy pequeña en los gastos de exportación. La pérdida ocasionada, en las huellas, por ejemplo, varía de 1 á 3 por ciento solamente.» Para fijar las ideas, dando algunas cifras, apunto los datos siguientes tomados de las memorias que Mr. Jules Morandiere presentó á la Sociedad de Ingenieros en Francia. «Las *mercaderías de detalles* pueden generalmente soportar el recargo necesario para balancear los gastos de trasbordo. Mr. Nordling ha establecido perfectamente este recargo, el cual co-

responde á una aumentación de trayecto de 4 á 6 kilómetros. El punto importante es evitar este recargo para las mercaderías remitidas por carros completos para las mercaderías pesadas (sobre todo para el carbón y abonos) en una palabra para las mercaderías de tarifas bajas ó bien para las que se deterioran con las maniobras sucesivas. En estos últimos casos el problema se resolverá con el empleo de cajas más ó menos movibles, canastos y grúas de trasbordo de los carros al wagon ó inversamente.»

«Este sistema se ha empleado ya en las grandes líneas; así hay mercaderías que llegan de Boulogne al mercado en cajones con paredes de listones, cargadas sobre plataformas; las porcelanas de Creil, son enviadas de la fábrica á los almacenes de París en cajones que tienen justamente el largo de las plataformas, y como ancho la mitad (1 m. 20 próximamente) del vehículo que recibe así dos cajones; cada uno de estos cajones *forma la carga de un carro o carreta ordinaria.*»

«Es igualmente bueno, en ciertos casos, recurrir á estacadas ó plataformas estrechas intercaladas entre las dos vías. Con estas diversas disposiciones, los precios de trasbordos pueden descender hasta 15 céntimos y aún á 10 céntimos por tonelada removida; pero, sin estas precauciones, es preciso contar sobre precios mucho más elevados y podemos citar una estación de junción de dos compañías, donde el precio medio de 75 céntimos está lejos de ser remunerador.»

A más de los datos anteriores podemos citar los siguientes dados por Mr. Traille:

«En América, en la estación de Dunkirk, el gasto de trasbordo es de 0.33 francos por tonelada; en el ferrocarril de Amberes á Gantes, en la estación de Lokeren, el gasto es de 0.42 francos por tonelada; en otro ferrocarril belga es de 0.15 francos por tonelada; en Suecia es de 0.20 francos por tonelada; y en Cerdeña, ferrocarril de Montepañe, de 0.20 francos por tonelada.»

Todos estos antecedentes nos hacen ver que, en la práctica, la cuestión trasbordo, se hace casi insignificante, con disposiciones y aparatos adecuados para las circunstancias y que, en estos casos, la mayor parte de las mercaderías soportan estos gastos sin gran recargo ni inconvenientes.

2.—Pero, para darnos cuenta cabal de la cuestión y de su importancia, conviene examinar lo que sería el servicio de trasbordo en los empalmes de las líneas secundarias con la línea principal, ya establecida con trocha ancha ó *normal* entre nosotros, puesto que la trocha normal europea es de m. 1.435 á m. 1.50.

Generalmente cuando se habla de *trasbordo* se atribuye esta operación exclusivamente á las diferencias de trochas en las vías y sin embargo no es lo que sucede generalmente en la práctica, cuando se quiere aprovechar bien el equipo que se moviliza.

En cada estación de bifurcación importante se hace la clasificación de los wagones que, conteniendo mercaderías que provienen de las diversas direcciones de las líneas principales, van con destino á las estaciones del ramal ó vice-versa, para formar nuevos trenes que marchen en buenas condiciones de acarreo, El trabajo de clasificación es de tal manera considerable en algunas líneas, que en Inglaterra se construyen estaciones especiales para la clasificación y que tienen tantas líneas diferentes como direcciones diferentes parten de la bifurcación.

Hecho este trabajo para formar trenes convenientes y no marchar con los carros medio vacíos, se completa la carga de los wagones, trasbordando de un wagón á otro las mercaderías con destino á una misma dirección y á una misma estación, cuando estas no forman un carro completo, para utilizar de la mejor manera posible el material, y no movilizar wagones casi vacíos ó á media carga. En Francia cuesta esta operación, según las disposiciones más ó ménos ventajosas de las estaciones especiales, de 0.21 á 0.68 francos por wagón. En Alemania se

estiman los gastos de clasificación en 0.15 á 0.38 francos por wagón, según el sistema que se emplea y disposiciones de las estaciones.

3.—Entre nosotros, á pesar de tener en nuestras líneas del Estado varias bifurcaciones, nuestras estadísticas no apuntan detalles de estos gastos de clasificación ó de complemento de carga.

En *Las Vegas*, por ejemplo, se juntan mercaderías que pueden marchar en tres direcciones: 1.º a Valparaíso, sea que vengan de San Felipe ó de Santiago y pueden dar lugar á complemento de carga (lo que entiendo no se hace nunca entre nosotros.) 2.º a San Felipe ó Los Andes, mercaderías que vienen de Valparaíso o Santiago y 3.º á Santiago, las que pueden venir de Valparaíso ó Los Andes. Todas estas direcciones pueden dar lugar á complemento de carga y todas ellas deben dar lugar á gastos de clasificación y sin embargo nuestras estadísticas son mudas á este respecto.

Otro tanto pasa en el empalme del *Centinela*, cuya clasificación se hace en San Fernando: las mercaderías pueden ser destinadas á Santiago, sea que provengan del Ramal ó de Curicó i pueden ir á Curicó, sea que provengan de Palmilla ó de Santiago: y por fin á la Palmilla, las que provienen de Curicó y Santiago.

La bifurcación de *San Rosendo*, *Santa Fé* y *Renaico* están sujetas á las mismas consideraciones. En *San Rosendo* los trenes que corren de Concepción para el interior, llevan indudablemente mercaderías de retorno con dirección á Chillán y á la frontera, llegando á San Rosendo estos trenes, tendrán que dividirse en dos porciones y hacer los movimientos necesarios para dejar á un lado los wagones *A* que marchan á la frontera, siguiendo ese tren su camino con los wagones *B* destinados al interior, sea para Chillan, Talca, etc., y el grupo de wagones *C*, que los trenes de la frontera hayan dejado con destino á las es-

taciones en la dirección de Chillán á Talca. Entre los wagones del grupo *B* pueden haber algunos que no tengan su carga completa, otro tanto sucederá naturalmente con los del grupo *C*; pues bien, en lugar de arrastrar hasta Chillán, por ejemplo, cuatro wagones con media carga ó un cuarto de carga, viniendo unos de la frontera y otros de Talcahuano ó Concepción y aprovechar pésimamente el equipo y la fuerza de tracción de las locomotoras, se ven obligadas las administraciones á trasbordar estas cargas incompletas y formar convoyes satisfactorios. Hé aquí un *trasbordo* forzado de las mercaderías, aún en las líneas de la misma trocha. Entre nosotros no creo que se toquen estos recursos, las estadísticas no las mencionan y dejan ver muy claramente, por el contrario, que, no haciéndolo, explotan mal, puesto que, la proporción del equipo que movilizan con respecto á la que aprovechan es solo de 34%, proporción muy débil y onerosa.

De la misma manera los trenes que vienen de la zona central, de Chillán ó Talca, llevarán carga para Talcahuano ó Concepción y alguna para la frontera, tendrán, por consiguiente, que dejar en San Rosendo el grupo de wagones *A'* i seguir con los *B'* para Concepción, completando los trenes en lo que sea posible con los wagones *C'* que vienen de la frontera para Concepción y que no han sido en número suficiente para formar trenes completos; pero como es sabido que la carga que viene de retorno para la frontera es relativamente poca, puede y debe suceder más de una vez que entre los grupos de wagones *A* se encuentren algunos de carga completa y otros de carga incompleta y otro tanto con el grupo de wagones *A'* que trae la carga de las estaciones centrales para la frontera: pongamos para fijar las ideas que en el grupo de wagones *A'* existan dos con carga completa y otro a media carga y que otro tanto suceda con el grupo de *A* ¿convendrá á una buena administración movilizar estos seis wagones, ó tomar los cuatro de carga completa y trasbordar del wagón del grupo *A'* el que está á media

carga para completar el del grupo *B* que se encuentra en las mismas condiciones y formar así el tren de la frontera con cinco wagones con carga completa? Este punto es el que vamos á estudiar en detalle, para fijar claramente la *influencia efectiva del trasbordo* y como sucede muchas veces que las administraciones pierden en fletes cuando no hacen estas operaciones en las estaciones de junción, aunque las líneas tengan la misma trocha y por consiguiente que la subjeción del trasbordo no es exclusiva de los empalmes de dos líneas de diversa trocha ó de los ferrocarriles de vía angosta,

Lo que hemos visto que puede pasar con la carga que es remitida con dirección á las estaciones de la frontera, sea de Chillán ó Concepción, puede pasar con la carga de sobornales que viene de la frontera para Concepción y la de la misma especie que viene del valle central ó de Talca ó Chillán: me he referido en este caso á la carga de sobornales, porque cuando se toman direcciones como los de Chillán, Concepción ó de la frontera á Concepción, la carga en estos casos la componen los productos agrícolas que buscan los puertos ó bodegas, como trigos, madera, etc., las cuales viajan en carros completos.

4.—El precio que podemos apuntar entre nosotros, como gasto ocasionado por el trasbordo ó complemento de carga en las estaciones de bifurcación, no conociendo el que demanda las maniobras de los trenes en las estaciones ó servicio de las remolcadoras en las estaciones de clasificación, es el del jornal que se paga por la carga ó descarga de las mercaderías, que es en término medio de un centavo por quintal métrico, ó sea \$ 0.10 por tonelada (según datos del año 1886 que son los que tengo á la mano). Prudencialmente podríamos agregar á este gasto un medio centavo por las maniobras y tomar como gasto de trasbordo y clasificación el de \$ 0.105 por tonelada, (facil será introducir correcciones á estas cifras á los que posean estadísticas de los últimos años de nuestras líneas del Estado.)

5.—Como nuestras estadísticas no nos dan datos de los gastos de trasbordo ó de complemento de carga, para fijar ideas tomaremos por ejemplo una bifurcación principal de las líneas francesas, como es la *Tours*, donde se reunen dos líneas de primera orden, la de *París á Burdeos* y la de *Tours á Nantes*. Los wagones que llegan de estas dos líneas cargadas con mercaderías para las direcciones de *Tours á Nantes*, *Tours á Vierzon* y *Tours á Sables-d'Olonne*, que no viajan en wagón completo para una misma dirección y que se encuentran repartidas en porciones de dos ó tres toneladas en los diferentes wagones que han venido llegando de las diferentes direcciones para un mismo ramal: después de haber hecho la clasificación en la estación de bifurcación, se completan en lo posible, trasbordando á algunos de ellos las mercaderías que vienen en los otros y *se llama esta operación, completar la carga de un tren*; pero en realidad como se ve, no es más que un *verdadero trasbordo*, de uno ó dos wagones incompletamente cargados, para completar la carga de un tercero.

Entrando en los detalles, se vé que, por lo menos, la mitad de la carga es *trasbordada* de un wagón á otro en estas estaciones de bifurcación de primera clase, á pesar de tener las dos líneas la misma trocha. Entre nosotros no creo que sería necesario trasbordar la mitad de la carga, para *completar la carga de los trenes* porque, como ya lo hemos dicho, la jeneralidad de las mercaderías que viajan del interior á la costa son artículos que se remiten en carros completos; pero si tenemos que estas operaciones serán muchas veces necesarias para todo tren de sobornales y para las mercaderías de retorno que generalmente no forman carga suficiente para ir en carros completos para todas las direcciones de nuestras líneas y las cuales será indudablemente necesario trasbordarlas en las bifurcaciones para no hacer correr los carros vacíos ó á media carga.

6.—Examinemos lo que costaría y hagamos la comparación

entre el transporte por un ramal de dos wagones mandados para acarrear seis toneladas (refiriéndonos al equipo de cuatro ruedas) que bien habían podido ir en un sólo wagón *trasbordando 3 de un wagón á otro ó con los gastos de complemento de carga* como llaman esta operación y en este caso se haría el viaje con un sólo wagón.

En el precio del transporte de las mercaderías, hay dos elementos que considerar, el transporte del peso del wagón que lleva la mercadería y que constituye lo que se llama el *peso muerto que no paga* y el transporte del peso de las mercaderías mismas que son el *peso útil porque es el que paga*. Ahora el precio de transporte de una tonelada de mercaderías útil *cuesta término medio, á las compañías francesas, sin tomar en cuenta intereses y amortización de los capitales invertidos para la construcción del ferrocarril y del material rodante, 0,009 francos por tonelada útil*, cuando la mercadería viaja con su carga *normal media* ó sea $\frac{2}{3}$ de la carga que puede soportar el wagón.

En las líneas cuyas rampas no pasan de 0.01, cuando los wagones *circulan vacíos ó poco cargados, la resistencia á la tracción por tonelada bruta, es casi el doble de la que se necesita para arrastrar una tonelada bruta de un wagón cargado y en horizontal*. Esto parece *á priori*, irracional, pero es un hecho constatado y que fue verificado por el señor E. Roy en la línea de *París á Orleans*, por las experiencias dinamométricas bastante exactas y hechas bajo la vigilancia de una comisión de ingenieros designados por el Ministerio de Trabajos Públicos, y no exajerando las cifras nos contentaremos con admitir para el caso de wagones poco cargados de que nos estamos ocupando el precio de 0.01 francos por tonelada bruta, transportada á un kilómetro de distancia.

7.—Un wagón ordinario de mercaderías, pesa por termino medio 5 toneladas. (En las líneas europeas de cuatro ruedas). Si no se ha cargado completamente y es necesario arrastrar dos

wagones para trasportar 6 toneladas, el precio del costo del transporte para las compañías francesas, se establecerá como sigue:

Por peso de un wagón, péso muerto, 5 toneladas á	
0.01 fr. t.....	0.05 fr.
Por 3 toneladas de mercaderías, peso útil á 0.01	
fr. c/u.....	0.03 »
Total.....	0.08 fr.

Dos wagones trasportando 6 toneladas gastarían por kilómetro corrido 0.16 francos.

Si se efectúa el trasbordo de 3 toneladas de mercaderías de un wagón á otro, no se arrastra más que un wagón y los gastos de transporte de este wagón y de las 6 toneladas de mercaderías serían por kilómetro corrido:

Peso de un wagón, peso muerto, 5 toneladas á	
0.01 fr. c/u.....	0.05 fr.
Por 6 toneladas mercaderías, peso útil, a 0.01 fr. c/u	0.06 »
Total.....	0.11 fr.

De donde la *pérdida por kilómetro*, por recorrer el ramal con dos carros y no *efectuar el complemento de carga* sería de 0.05 francos por kilómetro corrido.

8.—En la estación de París, un jornalero de servicio de mercaderías, carga por término medio 16 á 17 toneladas de mercaderías tomadas de los malecones ó plataformas de las bodegas y trasportándoles á los wagones, el trasbordo de mercaderías de wagón á wagón, colocados unos de costado del otro, se efectúa evidentemente con mayor rapidéz que un carguío ordinario y Mr. Eugenie Flachet estima que el precio del trasbordo de

mercaderías ordinarias podrá ser avaluado en 0.50 francos por tonelada. En Suecia los gastos del trasbordo de las mercaderías de la vía ancha á los wagones de la vía angosta, en la unión de la vía estrecha de *Commentry á Montluçon* con el ferrocarril de la vía ancha de *Moulins á Montluçon* al trasbordo del carbón de piedra y coque, demanda un gasto de 0.02 francos por tonelada á causa de las buenas instalaciones de trasbordo.

Siguiendo nuestra comparación resultaría que 3 toneladas de mercaderías *trasbordadas para efectuar el completo* de un wagón á otro, en el caso de que nos ocupamos, habría importado $3 \times 0.2 = 0.60$ francos, de donde resultaría que hasta una distancia expresada por la relación

$$\frac{0.50}{0.05} = 12 \text{ kilómetros.}$$

ó sea 12 kilómetros sobre el ramal, la compañía *no habría tenido ventaja en efectuar el trasbordo*. Pero para la vuelta de estos dos carros del ramal ¿habrían encontrado carga? En caso que no hubiera probabilidad, sería otro gasto improductivo de 0.05 por kilómetro por traer los wagones vacíos á la línea principal y por consiguiente, sólo convendría hacerlos recorrer una distancia de 6 kilómetros en el ramal sin efectuar el trasbordo. Ahora, los ramales de 6 á 8 kilómetros sólo se construyen para el uso de los establecimientos industriales en las inmediaciones de las vías principales.

9.—La opinión del general Palmer expuesta en una memoria referente á un ferrocarril de 0.90 de trocha, establecida entre *Dender y Rto Grande*, es que el trasbordo de la tonelada cuesta hoy \$ 0.10 para las mercaderías pesadas y \$ 0.015 para las mercaderías livianas, teniendo presente que en esa línea sólo la cuarta parte de las mercaderías llegan á trasbordarse, teniendo

la línea un largo de 97 kilómetros. Resulta de los datos anteriores que el costo kilométrico de una tonelada trasbordada es:

$$\frac{0.10}{97 \times 4 \times 2} = 0.0013 \$$$

para las mercaderías pesadas y 0.00002 \$ para las livianas, lo que manifiesta una vez más que *según las instalaciones los gastos del trasbordo pueden ser casi insignificantes.*

10.—En España cuesta el trasbordo de mercaderías en los ferrocarriles ordinarios 0.042 \$ por tonelada, suponiendo por otra parte que el exceso de costo de una vía ordinaria (1^m68 de trocha) sobre la vía de un metro de trocha solo sea de 12,000 \$ por kilómetro, como lo admite el señor ingeniero Alzola, en una serie de artículos publicados en la *Revista de Obras Públicas*, en las que se esfuerza por demostrar las ventajas de la vía ancha sobre la vía angosta y suponiendo, en fin, que la relación de la recaudación entre los viajeros y mercaderías es $\frac{7}{13}$, cifra que resulta aproximadamente de las estadísticas en la red del Norte Española, tenemos que: para un producto bruto kilométrico de 2,000 \$, corresponden 1,077 \$ al ingreso de mercaderías y que á razón de 0.03 \$ por tonelada y por kilómetro, representarían 35,900 toneladas transportadas á un kilómetro y en el supuesto de una distancia media de acarreo de 25 kilómetros, representarían 1,435 toneladas. Ahora, si ellas se trasbordaran no la cuarta parte como dice el señor Palmer, para el ferrocarril de *Río Grande*, sino todas, representarían un gasto anual de 60.27 \$ muy inferior al interés del 6% sobre 12,000 \$ del capital ahorrado en la construcción. Se ve pues que en muchos casos la conservación de la trocha de la vía en los ramales, por evitar los trasbordos de las mercaderías, está muy lejos de ser la solución más económica mercantilmente hablando.

11.—Hagamos los mismos cálculos con los datos de las líneas de nuestros ferrocarriles del Estado, y tendremos que, según la

memoria de 1887, los gastos de un tren kilométrico han sido los siguientes, sin contar con los intereses ni amortizaciones de los capitales invertidos en la construcción de la vía y en la adquisición del material rodante.

Cada tren por kilómetro corrido ha gastado \$ 0.855. El término medio de los carros conducidos por cada tren fué de 14, y la proporción entre la carga conducida y la capacidad del carro era de 34%, tomando para ellos una capacidad media de 129 quintales métricos. En nuestras líneas del Estado circulan carros de diferentes capacidades, como ser de 8 toneladas, 10, 12, 16, y aún de 20 toneladas: para hacer nuestros cálculos tomaremos el de 10 toneladas de carga, por cuanto sabemos que, para ellos su peso medio es de 12 toneladas. Con estos datos un tren pesaría:

14 wagones de 12 toneladas cada uno, como peso propio, ó <i>peso muerto</i> (sin contar locomotoras y tender).....	168 toneladas.
Cada wagón con capacidad para 10 toneladas y como término medio, sólo el 34% de la capacidad va ocupada por la carga, el tren lleva en <i>peso útil</i>	47.6 »
Total	215.6 toneladas.

Como el gasto de cada tren por kilómetro corrido es de \$ 0.855, tendremos que, cada tonelada bruta de tren, arrastrada á un kilómetro de distancia, demandaría un gasto de

$$0.855 : 215.6 = 0.0035 \text{ pesos.}$$

Hemos visto por otra parte, que según las experiencias, los gastos del acarreo del equipo vacío ó á media carga, son casi el doble de los que demandan los carros completos; aplicando este

gasto medio de \$ 0.0035 que resulta de la estadística, como es natural á los carros completos, tendríamos que, para los vacíos ó á media carga, para no exajerar las cifras, tomaremos solamente con una mitad más de su valor y no lo duplicaremos, es decir $0.0035 + 0.00125 = 0.00475$ pesos.

12.—Si en una bifurcación, como el Ramal de la Palmilla por ejemplo, se presenta el caso de un wagón que, viniendo de Curicó á Palmilla, con capacidad de 10 toneladas y que sólo trae 5 de carga, y otro que viene de Rancagua á Palmilla en las mismas condiciones, y *no se efectua el trasbordo complemento de carga* en San Fernando, estación de clasificación del Ramal, tendremos, que los gastos que ocasionaran los dos wagones á media carga por kilómetro corrido serán los siguientes:

Por 12 toneladas, peso del wagón, ó <i>peso muerto</i>	
y 5 toneladas de carga, <i>peso útil</i> , dando un peso bruto por carro de 17 toneladas de tren á	
\$ 0.00475 c/u.....	\$ 0.08075
Por dos wagones.....	\$ 0.16150

Si se efectua el trasbordo de las 5 toneladas del wagón que venía de Curicó para completar la carga del que viene de Rancagua, sólo se arrastraría á Palmilla un wagón, y sus gastos de acarreo correspondientes por kilómetro corrido serían:

Por peso de un wagón, 12 toneladas ó <i>peso muerto</i> , más 10 toneladas de carga, ó <i>peso útil</i> , dan 22 toneladas de peso bruto de tren á carro completo, por consiguiente á \$ 0.0035 c/u....	\$ 0.0770
---	-----------

Por consiguiente, el exceso de gastos que ocasionaría el acarreo de dos wagones *por no hacer el complemento de carga*, sería de \$ $0.1615 - 0.0770 = 0.0845$ pesos.

Como hemos visto, los gastos de trasbordo entre nosotros, no teniendo instalaciones especiales que los hagan más económicos, pueden avaluarse en \$ 0.105 por tonelada; como son 5 las toneladas trasbordadas, el gasto de complemento de carga sería de: $5 \times 0.105 = 0.525$ pesos: de donde resulta que, hasta una distancia expresada por la relación

$$\frac{0.525}{0.0845} = 6.208$$

Es decir que hasta la distancia de $6\frac{1}{3}$ de kilómetro, no conviene el complemento de carga para el Ramal de la Palmilla; pero como de *San Fernando* á *Manantiales*, primera estación del Ramal, hay 11 kilómetros, resulta que, fuera de las cosechas y demás carga exepcional que es trasportada en carro completo, todo el resto de la carga, sobornales, etc., que se remitan al Ramal en carros poco cargados, debe ser trasbordado en San Fernando para hacer el *complemento de carga de los trenes* y aprovechar debidamente el equipo que se moviliza.

Estas cifras, apesar que los que posean las estadísticas de los últimos años de los ferrocarriles del Estado, pueden corregirlas y ponerlas en relación con ellas, no pueden estar muy lejos de la realidad, y toda la variante que tal vez habrá que notarse, si la administración ha mejorado su explotación, sería el mejor aprovechamiento del equipo movilizado, por que realmente, un término medio de un 34% es una explotación defectuosa. Y en este caso, suponiendo un mejor aprovechamiento del equipo y dejando los demás gastos fijos como antes, tendremos:

14 wagones de 12 toneladas cada uno, como
 peso propio, ó *peso muerto* (sin contar máquina ni tender) 168 toneladas.
 Cada wagón con capacidad de 10 toneladas
 y suponiendo un 75% como término me-

dio de la capacidad ocupada por la carga,

el tren llevaría en *peso útil*..... 105 toneladas.

Peso bruto total del tren..... 273 toneladas.

El gasto por tonelada bruta del tren por kilómetro corrido, con carros cargados, sería de $0.855 : 273 = 0.00313$ pesos. En este caso la diferencia de gastos entre el acarreo de carros á media carga ó carro completo, sería naturalmente más notable, y aunque no la tomemos el doble una de otra, podemos, sin exajerar y á falta de más datos, dejar la misma cifra de gastos kilométricos para carros vacíos, que la del caso anterior, es decir \$ 0.00475.

Repitiendo los mismos cálculos, volveríamos á obtener para gastos por el acarreo de dos wagones á media carga y por kilómetro corrido la suma \$ 0.1615; y para el caso de acarreo de un solo wagón, habiendo hecho el complemento de carga, la suma de $22 \times 0.00313 = 0.06886$ pesos. Por consiguiente el exceso de gastos sería por kilómetro corrido $0.16150 - 0.06886 = 0.09264$ pesos, y la distancia máxima, que convendría hacer circular los wagones, sin efectuar el complemento de carga, disminuiría, puesto que sería dada por la relación

$$\frac{0.525}{0.09264} = 5.66$$

y sería de poco más de $5\frac{1}{2}$ kilómetros. Consecuencia sumamente natural, puesto que, mientras mejor aprovechamiento tengan los carros en las líneas troncos, menos convendrá distraerlos de la explotación general, mandándolos al servicio de los ramales viajando á media carga. De donde, *mientras más esmerada es una administración y mayor el aprovechamiento de la capacidad del equipo en circulación, más interés tiene en efectuar en cuanto sea posible los complementos de carga en las estaciones de bifurcación.*

Queda pues enteramente demostrado *que tanto en las líneas europeas, como en las nuestras, el trasbordo de la carga en las estaciones de junción, aún cuando las vías sean de la misma trocha, es conveniente y se impone para el buen aprovechamiento del equipo para las mercaderías que no viajan en carros completos.*

13.—Las compañías explotadoras de ferrocarriles tienen pues ellas mismas gran interés en no hacer correr el material rodante casi vacío, porque, como se ha dicho muy bien, en materia económica: *«El peso muerto es el que mata los beneficios de los ferrocarriles»*. Como deben haberlo sentido nuestros administradores al ver que el año 1887 solo aprovecharon el 34% del equipo que movilizaron.

Por eso todas las compañías hacen el *trasbordo* en las estaciones de bifurcación ó complemento de carga, por medio de las diferentes mercaderías que llegan de varias direcciones para un mismo punto del Ramal ó de la bifurcación.

Por consiguiente, si se establecen los ramales con vías angostas, *la cuestión trasbordo no debe cargarse por entero á la diferencia de trocha de las vías*. Se objetaría que las mercaderías corrientes que viajan en carro completo, como el carbón, la cal, los minerales, los cereales, piedras de construcción, etc., no necesitarían ser trasbordadas conservando en el Ramal la misma trocha de la vía principal, lo que es cierto; pero examinando la cuestión bajo el punto de vista económico, vemos que en Francia, admitiendo que el número de toneladas que viajan en carros completos, representan la mitad del tráfico del Ramal y que produzcan una entrada bruta de 12000 francos por kilómetro y por año (no hay en Francia ferrocarril de interés local que deje semejante entrada), á esta entrada correspondería un transporte anual de 8000 toneladas de mercaderías: el precio del trasbordo, efectuándose de wagón á wagón y á brazo de hombre, para la carga á granel y con gruas para los grandes pesos indivisibles, no contaría más de 0.20 francos por tonelada, y no

tomando en cuenta que muchas de ellas serían trasbordadas aún teniendo los ramales la misma trocha, y suponiendo que toda la mercadería tiene que cambiar de wagón á causa de la diferencia de trocha de los vías, los gastos de explotación serían recargados por dicho trasbordo con la suma de 16000 francos, *cualquiera que sea el largo del Ramal*, gasto que, capitalizado al 6% corresponde á un capital de 267000 francos en números redondos. *Esta suma corresponde en Francia á la subvención que tendría que pagarse á una vía ancha de tres kilómetros de largo solamente: más allá de esta distancia todos los beneficios resultan de la economía en la construcción de la vía angosta*, sin tomar en cuenta las economías de los gastos de explotación que en los ferrocarriles franceses, según los documentos oficiales del Ministerio de Trabajos Públicos, los señalan como no pudiendo ser inferiores á 7500 francos para las vías anchas y de 4500 francos para las vías angostas, por kilómetro de vía y suponiéndoles una entrada de 6000 francos.

14.—Se puede también representar el *recargo del trasbordo por su equivalente en distancia recorrida*.

El precio medio de transporte de una tonelada de mercaderías en las grandes compañías francesas es de 0.002 y en los Ramales de 0.10: los gastos de trasbordo corresponden, por consiguiente, á una *distancia de 2 á 3 kilómetros*.

15.—Volviendo á nuestras estadísticas, podemos apuntar los datos siguientes, omitiendo la serie de cálculos que nos han inducido á ellos por ser inútiles para el caso: resulta que una vía ancha, cuyas entradas kilométricas no ascendiesen á 4000 pesos al año no costearía sus gastos; y si esta misma línea se construyese de vía angosta dejaría un 6.3% ó un 3.3% según los dificultades del trazado y sus gastos de construcción. En nuestros ferrocarriles del Estado, según la memoria del año 1887, correspondiente á las operaciones del año 1886, vemos que el total

de las entradas ascendieron á 6.433.393 pesos 51 centavos, las cuales pueden descomponerse como sigue:

Producido de los pasajeros.	{	Por pasajes.....	\$ 2.216,621 30
		Por pasajes del Supremo Go-	
		bierno.....	183,331 30
		Boletos de temporada y tarjetas	
		de abonos.....	44,045 20
		Trenes especiales.....	15,232 13
		Total.....	\$ 2.459,229 93
Producido de la carga.	{	Por fletes de carga.....	\$ 3.691,727 24
		Por fletes de equipajes etc. y en-	
		comiendas.....	234,106 31
		Bodegajes.....	26,293 16
		Derechos de muelle.....	32 50
		Carga y descarga de carros.....	22,004 37
		Total.....	\$ 3.974,163 58

Es decir que el producido de la carga es un 61.77% del producido total. Por consiguiente, si tomamos la misma proporción para una entrada bruta de 4000 pesos por kilómetro, correspondería á la carga la suma de \$ 2470.80 y á los pasajeros la de \$ 1529.20. Por otra parte, según las tarifas de los ferrocarriles del Estado, se paga \$ 0.025 por quintal métrico y por kilómetro corrido, de donde, una entrada de 2470 pesos 80 centavos representa un acarreo de 98,832 quintales métricos movilizadlos á un kilómetro de distancia. Si suponemos ahora un ramal de 42 kilómetros de largo y que la distancia media que tenga que andar la carga, sea de 25 kilómetros, semejante re-

caudación representa solamente el acarreo de 3953 quintales métricos; y como siendo la línea angosta, todas ellas tendrían que trasbordarse, lo que demandaría un gasto de \$ 0.0105 por quintal, ó \$ 41.50 por el total.

La diferencia de los gastos de construcción entre la vía ancha y la vía angosta, es un 35% á favor de la vía angosta, es decir que, mientras una vía ancha cuesta entre nosotros de \$ 30,000 á 50,000 por kilómetro, la vía angosta importaría, según las regiones y dificultades del trazado de \$ 19,500 á 35,750 por kilómetro. Como datos prácticos apuntaremos que el ferrocarril de *Antofagasta* con 0.70 de trocha importó \$ 9,000 oro el kilómetro. Por consiguiente, la vía angosta deja una diferencia de \$ 10,500 á 19,250 en los gastos de la construcción por kilómetro de vía: es decir entonces que los *gastos del trasbordo*, \$ 41.50, que demanda una línea de entrada bruta de \$ 4,000 por kilómetro, no alcanzarán aún suponiendo á esta operación precios más elevados, lo que no es lógico á representar ni con mucho los *intereses del capital economizado en la construcción*.

16.—Para precisar más las ideas hagamos el cálculo siguiente: hemos supuesto el ramal con un largo de 42 kilómetros; como su entrada es de \$ 4000, el total ascenderá á la suma de \$ 168,000 de estos un 61.77% ó sea, \$ 2,470.8 por kilómetro, corresponden á la carga, lo que da un total de \$ 104,189.40 y que con una tarifa de \$ 0.025 por kilómetro y suponiendo, como es natural, que la carga recorra una distancia media de 25 kilómetros, representa un acarreo anual de 166.026 quintales métricos, los cuales con la vía angosta, suponiendo que todo el trasbordo sea motivado por la diferencia de trochas en la estación de junción, demandarían un gasto de \$ 0.0105 el quintal métrico, ó sea un total de \$ 17,432.73 como exceso de gasto anual debido al trasbordo.

Si suponemos que por dificultades excepcionales de un trazado difícil ó bien que se haya adoptado para una vía angosta, la

misma traza y rozante de una vía ancha sin modificar sus gradientes ni los radios de sus curvas, para que más tarde con un ensanche conveniente de sus obras de arte y de sus terraplenes etc. se pueda transformar la línea en vía ancha: suposiciones que naturalmente imponen subjeciones en el trazado que impiden reducir los cubos de los desmontes y terraplenes; y por consiguiente hacer muchas economías en los gastos de construcción de la vía angosta, y que por estas causas las economías kilométricas realizadas con la construcción de la vía angosta, no asciendan ni á \$ 10,500 ó \$ 19,250 como lo hemos visto que podía suceder, sino á la suma mínima de \$ 8,000. Tendremos sin embargo que en la construcción de los 42 kilómetros de vía se habría obtenido una economía del capital de construcción de \$ 336,000, cuyos intereses de 6% anual representan la suma de \$ 20,160 mientras que los gastos del trasbordo sólo ascienden á \$ 17,432.73, pudiendo mejorarlos ó disminuirlos con instalaciones especiales (caso de la línea de Talca á Constitución.)

Ahora, si no suponemos subjeción alguna en el trazado de la rozante de la vía angosta, como es el caso en un ferrocarril vecinal porque por su situación ó servicios que puede prestar no hay probabilidades para que sea transformada más tarde en vía ancha; y suponemos un trazado de regulares condiciones (caso del ramal de Rancagua á los Baños de Cauquenes) podemos calcular la reducción de los gastos de construcción en un promedio de $\frac{10,500 + 19,250}{2} = 14,875$ \$ por kilómetro ó sea en \$

624,750 para toda la distancia de un ramal de 42 kilómetros: los intereses al 6% anual representarían la suma de \$ 37,485 sin que los gastos anuales de trasbordo hayan aumentado á más de los \$ 17,432.72, si siempre consideramos al ramal con una entrada bruta de \$ 4,000 por kilómetro.

16.—Estos cálculos vienen á confirmar una vez más las aseveraciones que hacíamos en párrafos anteriores, que para líneas

de interés local, cuyas entradas calculadas son exiguas de \$ 4,000 á 6,000 por kilómetro, convendría mucho más ejecutarlas con vía angosta porque á pesar del trasbordo la disminución de los gastos de construcción sin contar con la disminución de los gastos de acarreo, permiten cubrir los intereses de los capitales comprometidos, donde los trazados de vía ancha no dejarían sino pérdidas.

Si la región que se quiere servir está llamada á tomar un desarrollo posterior muy grande ó á ser con la vuelta de los años un centro industrial, se puede desde el primer momento fijar la *traza* y la *rozante* de la vía con las subjecciones de las vías normales y ejecutar sus obras en condiciones tales que permitan el ensanche posterior de la vía. Esta solución puede convenir en algunos casos y se puede de esta manera construir algunos ferrocarriles que no pueden considerarse como meramente secundarios, sin que su construcción sea onerosa para el fisco, ni para los capitales que las compañías tengan que invertir en ellos. Después cuando las entradas de estas líneas aumentan convenientemente se hará el ensanche de ellas para evitar las subjecciones del trasbordo de la carga en carro completo, por cuanto la carga de sobornales ó cualquiera otra que no viaje en carro completo como lo hemos visto, conviene *trasbordarla* para hacer los *complementos de carga de los trenes*; pero en estos casos la mayor ganancia que se obtiene en la posibilidad de hacer circular los trenes directos que pueden comunicar los nuevos centros comerciales con los demás de una misma red.

18.—En los cálculos anteriores hemos supuesto siempre como gastos de trasbordo los que importa la carga ó descarga de mercaderías; pero hay que advertir que son exagerados cuando se trata de trasbordos entre dos líneas ferreas de diferentes trochas, por cuanto en todos casos se instalan en las estaciones de junción, disposiciones especiales que economizan notablemente el tiempo de la operación y disminuyen los gastos.

En Estados Unidos se usan disposiciones muy curiosas aún para evitar que la carga sea trasbordada, propiamente hablando, haciendo sólo que se cambien convenientemente dos juegos de ruedas de los wagones para que puedan circular ya por las vías normales ó por las vías angostas. Los gastos de instalación de estas disposiciones especiales son generalmente de poca consideración y por consiguiente el gran inconveniente que se les reprocha á las vías angostas desaparece en la práctica más y más, á medida que con instalaciones especiales se hacen menos sensibles los recargos que ocasiona el trasbordo, y se efectúa éste en mejores condiciones de seguridad con respecto al deterioro posible de las mismas.

Con el equipo europeo, que no permite el cambio de ruedas en las estaciones de junción, se establecen para los trasbordos vías de pasajes juntas y paralelamente la una con la otra. Se hace uso también de vías compuestas de tres filas de rieles que permiten que los wagones de trocha diferente se coloquen extremo á extremo unos contra otros: las tres filas de rieles constituyendo propiamente dos vías de trochas diferentes, que entra una dentro de otra.

Si la junción de la vía estrecha con la vía principal tiene lugar á una cierta distancia de una estación común, no es generalmente necesario prolongar los rieles de las dos vías hasta dicha estación: se puede economizar limitándose á colocar sobre los durmientes de la vía ancha un tercer riel intermediario que con uno de los rieles fijos existentes constituya la prolongación de la vía angosta hasta la estación. Apesar de la economía, teniendo en vista la seguridad del tráfico, esta solución solo debe aceptarse en casos escepcionales.

19.—Más temible que el costo del trasbordo es el tiempo perdido algunas veces por esta causa. Si la compañía de la vía ancha, que está en relación con la vía estrecha no proporciona oportunamente los wagones necesarios para efectuar la opera-

ción; pero esto es una contrariedad con la cual no se debe contar como defecto de la construcción sino de los celos de las compañías explotadoras y que desaparece por completo si ambas líneas son *administradas por la misma compañía*, ó hay perfecta armonía entre las compañías explotadoras.

20. El señor Nordling, estudiando el ancho que conviene dar á la vía, hace notar que *hasta que el interés de la economía realizada por la construcción de las líneas de vía angosta sea mayor que los gastos de trasbordo para que sin tomar en cuenta otras consideraciones, debe darse la preferencia á la vía angosta*. (1 metro de trocha). Así dice el señor Nordling, si se calcula el interés del 5% y designando por l el largo de la línea que se quiere construir.

e = economía kilométrica que se realiza en la construcción.

p = precio del trasbordo por tonelada.

t = porción del tráfico que se trasbordaría aún siendo el ramal de vía ancha para los complementos de carga.

T = tonelaje anual en los dos sentidos.

Tendremos que: $0.05 \ l e > p (T t)$.

Si $e = 20,000$ francos; $p = 0.20$ francos; $t = \frac{1}{4} T$ y $T = 20,000$ toneladas, se tiene $l > 3$, lo que prueba que basta en las condiciones anteriores que el ramal tenga más de tres kilómetros de largo para que la economía realizada en la construcción cubra los gastos del trasbordo.

Si hacemos los mismos cálculos con los datos de nuestras estadísticas, tendremos que para un tráfico anual de 2,000 toneladas.

$$T = 2,000; e = \$14,800; p = 0.105; t = 1/10 T$$

Al tomar $t = 1/10 T$, lo hacemos teniendo presente que en nuestros ramales viaja en carro completo toda la cosecha y una gran parte de las mercaderías; generalmente sólo los sobornales

van á granel, y porque, por otra parte, no dando ningún dato á este respecto nuestras estadísticas, debemos ponernos en condiciones enteramente desfavorables y no exagerar las cifras; de los datos anteriores se deduce y suponiendo siempre el 5% para intereses de los capitales.

$$0.05 l \times 14,800 > [20,000 - 1/10 (20,000)] 0.105 \dots 740 l > 1890 \\ l > 2.55$$

Basta entonces entre nosotros, en la generalidad de los casos, que la línea del ramal tenga dos y medio kilómetros para que con un acarreo medio de 20,000 toneladas al año convenga más la vía angosta.

Las cifras anteriores no se pueden tomar como absolutas; en cada caso los ingenieros deben calcular los elementos de la fórmula con los datos particulares del problema y se obtendrá siempre la distancia límite con la cual, con las economías de la construcción, se compensan los gastos del trasbordo.

21.—Pongamos ahora el problema inverso. Supongamos que el ramal tenga 50 kilómetros de largo y veamos qué número de toneladas se necesitaría acarrear para que los gastos del trasbordo iguallen al interés de las economías de construcción, y tendremos que, suponiendo siempre el interés al 5%, debe realizarse la igualdad siguiente:

$$0.05 l e = (T - t) p$$

introduciendo en esta fórmula los valores que ya conocemos deducidos de nuestras estadísticas, tendremos:

$$0.05 \times 50 \times 14,800 = (T - 1/10 T) 0.105$$

de donde $37,000 = 0.0945 T$ $T = 391,534$ toneladas, es decir, en números redondos 400,000 toneladas al año. Lo

que prueba que entre nosotros un ramal con un costo de construcción ordinario, de 50 kilómetros de largo, que no cuenta con un acarreo probable de 400,000 toneladas al año, debe hacerse de vía angosta si no hay que temer prolongaciones futuras ó progresos que puedan poner más tarde esa línea en condiciones de tener ese tráfico. Hago aquí la misma salvedad que en el caso anterior; las cifras apuntadas no se pueden tomar en absoluto: es un simple ejemplo formulado con los datos de los términos medios de nuestras estadísticas. En cada caso particular será necesario hacer estos cálculos, tomando los verdaderos gastos del trasbordo por tonelada: las economías que según los estudios concienzudos de los proyectos se obtengan por kilómetro con la construcción de la vía angosta, y por fin el interés corriente del capital en el momento en que se hacen los estudios; pero el ejemplo anterior pone de manifiesto la marcha que se sigue para hacer estas apreciaciones.

22.—El cálculo anterior admite también que los gastos de explotación son los mismos en la línea ancha que en la vía angosta, y esta hipótesis del señor Nordling, es enteramente favorable á la vía ancha, por consiguiente, hay que tomar en cuenta las economías de la explotación, si se quieren hacer cálculos enteramente rigurosos y para ello estudiar en cada caso la naturaleza de las mercaderías y circunstancias locales. Los datos que se recojan á este respecto podrán fijar al ingeniero la marcha que puede seguir si quiere introducir este factor en sus cálculos.

En Francia la comisión informante del año 1861, estima los gastos de trasbordo en un término medio de 0.40 francos por tonelada y sin embargo estos precios medios nada indican puesto que no son aplicables para los cálculos; y entre nosotros, donde no hay ninguna instalación conveniente para facilitar las operaciones del trasbordo, nuestros ingenieros procederán siem-

pre con toda prudencia, tomando para ellos, el precio de la carga y descarga de las mercaderías.

Al hacer estos cálculos hay también que tomar en cuenta la depreciación que sufren ciertas mercaderías, como la cal, carbón, etc., cuando son trasbordadas, tanto por lo que se arnea y se pierde en polvo y como en el carbón por lo que se quiebra. El señor Couche, que parece poco partidario de la vía angosta, hace notar que hay que considerar algo más que el precio de la obra de mano del trasbordo, propiamente dicho, por la discontinuidad del transporte, lo que tiene cierta influencia sobre la extensión de las estaciones, almacenes, bodegas en los puntos de unión y por consiguiente hay que tomar en cuenta los intereses del costo de estos excesos de construcciones ó instalaciones que no habrían sido necesarias si el ramal y la vía tuvieran la misma trocha. En caso que el ramal sea explotado por otra compañía, que la línea principal, deben también tomarse en cuenta los intereses que ganan los capitales invertidos en un cierto exceso de material rodante que será necesario para atender á los atrasos y pérdidas de tiempo que pueden haber en el trasbordo á causa de que la línea principal no ponga pronto los wagones necesarios para esta operación.

Vemos, pues, que el problema es complejo y en cada caso necesita estudio especial y detallado de las condiciones locales; pero á pesar de todo, puede abordarse bajo bases más ó menos seguras, y el rol del ingeniero en estos casos es posesionarse bien del tráfico probable de las localidades que se van á servir y la clase de mercaderías que dominará en el tráfico, carbones, cales, trigos, etc., etc., según que sean esas regiones mineras industriales ó agrícolas y suponer y tener presente el desarrollo futuro en cuanto los elementos lo permiten para ver si con el tiempo ese ramal tendrá un tráfico tal que no convenga hacerlo de vía angosta. Reuniendo todos estos elementos se puede

abordar el problema, sino de una manera infalible, por lo menos un tanto más segura por cuanto los elementos y datos recogidos sean más completos ó bien seguros, representando las estadísticas locales, etc.

23.—Para fijar más las ideas y precisar la marcha que conviene seguirse en estos casos, tomando en cuenta las justas observaciones del señor Couche, vamos á tratar el ejemplo siguiente: Supongamos un ramal con un tráfico probable de 20 mil toneladas al año (200,000 quintales métricos), de los cuales $\frac{1}{10}$, como ya lo hemos supuesto en otra ocasión, se hubiera trasladado aunque las líneas fueran de la misma trocha.—\$ 0.105 el precio de la obra de mano del trasbordo por tonelada y 14,800 pesos la economía kilométrica que resultaría si se emplea la vía angosta en lugar de la vía ancha. Las instalaciones especiales que hay que hacer en la estación de junción para atender al trasbordo importen 20,000 pesos; y el aumento de bodegas, galpones, etc., y superficie de la misma estación por causa de la discontinuidad del acarreo, sea de 35,000 pesos. Que de las 20 mil toneladas de tráfico anual, tengamos 5,000 de carbón, que con el trasbordo pierde un 3% con el arneo, etc., que es el máximo de la pérdida, y por fin que en pérdidas y deterioros de otras mercaderías como cal, etc., se avenga la suma de 1,000 pesos al año. Veamos en estas condiciones cual es la distancia *Z* para la cual las economías de la construcción, *sin contar para nada las de la explotación de una vía angosta*, igualan los intereses del trasbordo, etc., etc. y para ello consideraremos á los capitales ganando un 5% de interés y contando aún 20,000 pesos como aumento del equipo de repuesto que hay que tener en la estación de junción y tendremos como costo del trasbordo el siguiente:

Precio de la obra de mano del trasbordo	\$ 0.105
Instalaciones especiales para el trasbordo, 20,000 pe-	

sos, al 5% al año son 1,000 pesos, repartidos entre las 20,000 toneladas de acarreo dan un aumento de gasto por tonelada de.....	\$ 0.050
Aumento de bodegas, galpones, etc., superficie de estación, por causa de la discontinuidad del acarreo, 35,000 pesos, al 5% dan 1,750 pesos al año que, repartidos entre las 20,000 toneladas de tráfico, dan un gasto de.....	» 0.0875
5 toneladas de carbón que trasbordadas pierden un 3% ó sean 150 toneladas a 10 pesos cada una, representan 1,500 pesos de pérdida, que repartidos entre las 20,000 toneladas de tráfico, dan un aumento de precio de.....	» 0.0750
1,000 pesos de pérdida, por trasbordo de cales, etc. que repartidos entre el total del tráfico, dan un gasto de.....	» 0.0500
20,000 pesos en aumento de equipo, por discontinuidad del tráfico, al 5% ganan 1,000 pesos que repartidos entre las 20,000 toneladas dan un gasto por tonelada de.....	» 0.0500
Total	\$ 0.4175

usando de la fórmula que conocemos (N.º 21)

$0.05 \ l \ e > p \ (T \ t)$ en la cual

$$e = 14800; p = 0.4175; T = 20000 \text{ y } t = \frac{1}{10} T$$

tenemos:

$$0.05 \times l \times 14800 > 0.4175 \left[20000 - \frac{1}{10} (20000) \right]$$

$$740 \times l > 7515 \quad l > 10^k 15$$

Lo que nos dice que aún en esta circunstancia tan onerosa, basta que la línea del ramal tenga más de diez kilómetros para

que los intereses de las economías en la construcción paguen los gastos de trasbordo y sus consecuencias, quedando siempre como ventaja para el ramal sus menores gastos de explotación cuando es de línea angosta.

Si damos vuelta el problema y suponemos, por ejemplo, un ramal de 50 kilómetros de largo y teniendo en virtud de su desarrollo, zona que atraviesa, y demás condiciones locales, un tráfico probable de 50,000 toneladas al año (500,000 quintales métricos) acarreo que no dan muchos de nuestros valles; veamos si en estas condiciones las economías de la construcción compensan los gastos de trasbordos supuestos tan onerosos como en el caso anterior y tendremos usando de la fórmula

$$0.05 l e = (T l) p \quad 0.05 \times 50 \times 14800 = (T \frac{1}{10} T) 0.4175$$

$$37000 = 0.37575 T \quad T = 98469^{\frac{1}{2}} \text{ 9 toneladas}$$

Se ve pues que en estas condiciones conviene en todo caso la construcción de la vía angosta por cuanto para que los gastos del trasbordo sean mayores que los intereses de los capitales que se economizan, se necesitaría movilizar al año no 50,000 toneladas, lo que ya es una cifra fuerte para el servicio de un valle lateral ó de un ferrocarril secundario, sino que se necesitarían 98,500 toneladas de acarreo.

24.—Debemos advertir también que por poner un ejemplo siguiendo todas las ideas del señor Couche, sólo hemos hecho el cálculo anterior; por cuanto como es muy fácil verlo en la práctica, no se puede hacer pesar sobre el trasbordo gastos y pérdidas que habrían sido más fuertes aún sin tener el ferrocarril vecinal, siendo al mismo tiempo gastos ó pérdidas que no los soporta la empresa que explota la línea, por cuanto no puede hacerse responsable de ellos.

Así por ejemplo, hemos supuesto que de las 20,000 toneladas de tráfico anual, en los dos sentidos, el ramal tenga que

acarrear 5.000 toneladas de carbón y que el trasbordo ocasione una pérdida de un 3% que es el máximo de pérdida en los trasbordos europeos; pero si el industrial tiene que trasbordar su carbón de los carros de la línea central á sus carretas ¿no tendrá una pérdida mayor? Si el industrial tiene que conducir en carretas su carbón de la estación á sus establecimientos ¿no se acarreará más y por consiguiente tendrá mayor merma y se quebrará más que si es conducido en wagones de línea angosta? Por consiguiente, estas pérdidas no se pueden cargar al *trasbordo ó más bien dicho á la instalación de un ferrocarril vecinal de vía angosta* puesto que mayores serían con los elementos de tracción animal. Otro tanto hay que observar de las pérdidas que sufren por el arqueo, la cal, etc. Esas pérdidas serían siempre mucho mayores para todos los remitentes si no hacen uso de la línea vecinal y hacen sus acarreos con sus carretas, por cuanto tienen que soportar un trasbordo más difícil y hacer el trayecto en vehículos más ásperos y por peor camino.

Por otra parte, ninguna empresa de acarreo ni nuestros ferrocarriles del Estado abonan las mermas que sufren las mercaderías, como el carbón, cal, etc., que se arnean un poco, ó grasas, parafina, etc., que se derriten ó evaporan; por consiguiente esas son pérdidas que afectan al precio de la mercadería, que el industrial toma en cuenta para saber á punto fijo á cuanto le sale el costo de una tonelada de carbón puesto al pié de su establecimiento, etc., etc.; pero no para la empresa de acarreo, por cuanto no puede responder de ella por ser de aquellas pérdidas inevitables.

En todo caso, la construcción de la línea favorecerá los intereses del vecindario, por cuanto, como lo hemos dicho, aún esas pérdidas, esas mermas, debidas al trasbordo y acarreo, serán menores á causa de hacerse en mejores condiciones del carro del ferrocarril principal al de la línea angosta que de un carro á una carreta.

Para quedar entonces dentro de lo justo, sin hacer pesar sobre la vía angosta pérdidas que siempre tendrían lugar aunque no se construyeran los ferrocarriles vecinales, por cuanto en ese caso subsistirían los trasbordos á las carretas, tendríamos que suprimir del cálculo anterior, las partidas de \$0.075 y de \$0.05 ocasionados á los trasbordos de los carbones, cales, etc., y el justo precio del trasbordo, con sus consecuencias de ensanches de estaciones, aumento de equipo, etc., etc., sería de \$0.2925 ó en números redondos \$0.30 por tonelada. Aplicando esta cifra á las fórmulas anteriores para los casos que hemos considerado como ejemplos, tendremos que la distancia del ramal ó su largo que compensa los gastos de trasbordo con los intereses de las economías en la construcción es de 8^k5 kilómetros y que suponiendo el ramal de 50 kilómetros, para que los gastos del trasbordo absorbieran por completo los intereses de las economías afectadas en la construcción, calculándolos de 5%, sería necesario que dicha línea trabajada en las condiciones ya expresadas tuviera un acarreo anual total de 737.037 toneladas, lo que pone de manifiesto la importancia de las líneas angostas para ferrocarriles secundarios que no pueden contar con un acarreo máximo muchas veces ni de la mitad de la suma anterior.

25.—Los cálculos anteriores, aunque pueden considerarse como muy aproximados de la realidad para nosotros, hay siempre que verificarlos en las aplicaciones particulares, por cuanto los precios de los salarios ó jornales varían constantemente y asimismo el precio de los rieles, etc., de modo que tanto el importe del trasbordo por tonelada, tiene que ser el objeto de un estudio especial como asimismo el costo de la vía y sus accesorios, instalaciones, etc., para fijar la ganancial neta kilométrica que se obtiene en cada caso particular con la construcción de la vía angosta. Las cifras anteriores, aunque tomadas de nuestras estadísticas del año 1886, no pueden ser absolutas.

Al hacer estos cálculos hay también que tomar en cuenta las

facilidades que se darán al trasbordo con las instalaciones especiales. Se ha introducido en ellos un recargo por tonelada correspondiente á los intereses de las sumas invertidas en instalaciones, y sin embargo, no hemos tocado por eso el precio de obra de mano que lo conservamos siempre igual al de la carga y descarga de las bodegas á los wagones; lo que en realidad no es exacto, puesto que si se construyen instalaciones especiales; grúas, plataformas etc., etc. se abarata la obra de mano. En nuestros ejemplos hemos preferido no reducir el precio de la obra de mano á causa de las instalaciones por no tener antecedentes para apreciar de alguna manera el valor de la reducción, puesto que nuestras estadísticas son enteramente mudas en este punto, puesto que ninguna de nuestras estaciones de junción tiene instalaciones para trasbordo y no se hace en ellas el complemento de carga de los trenes.

26.—No entraremos á describir las series de instalaciones especiales que se usan en las estaciones de junción para facilitar y abaratar los trasbordos, saldríamos fuera del programa que nos hemos fijado para el presente estudio, y por otra parte tampoco podríamos hacer provechosamente esa descripción sin recurrir al dibujo de una colección completa de láminas que representasen a grandes rasgos estas instalaciones. Pero nos basta haber puesto de manifiesto con los datos y cálculos anteriores, *que la cuestión trasbordo, si bien debe ser estudiada detenidamente en cada caso particular, no es tampoco la que puede impedir el desarrollo de los ferrocarriles vecinales* y que generalmente se han exagerado sus inconvenientes sin tomarse en cuenta ninguna de las ventajas que se consiguen con la vía angosta.

§ III.

TROCHA DE LA VÍA.

1.—Fijadas nuestras ideas sobre la clase de vías que vamos á estudiar, y debiendo ser ellas *por su naturaleza enteramente económicas*, para que correspondan con el carácter de secundarias y con poco tráfico cubran sus gastos, no es difícil calcular que la *trocha angosta* es la que casi se impone en la generalidad de los casos, y la que dañará menos los intereses de terceros, por cuanto muchas veces podrá ser instalada haciendo uso de una cierta zona de las calzadas de los caminos públicos existentes, sin reducir en mucho la zona que queda disponible para los vehículos ordinarios. Y, si lo que es mejor, se construye sin hacer uso de los caminos, la zona de terrenos que ocupará á cada propietario será siempre la menor posible.

Además de estas consideraciones y las apuntadas en los párrafos anteriores, tenemos que con las vías angostas se disminuyen los gastos de conservación á causa del poco peso que gravita sobre los ejes de los vehículos que por ellas circulan y se obtiene así, usando un equipo adecuado, mejor proporción entre el *peso que paga* (carga útil) y el *peso que no paga* (peso muerto ó peso propio de material.) Esta proporción es en general para una vía angosta de 1 á 3; mientras que no siempre es de 1 á 2 para la vía ancha.

Así, por ejemplo, si suponemos que en estas líneas circulan trenes de 240 toneladas sin contar el peso de las locomotoras, tendríamos que en la vía angosta un tren semejante, con equipo adecuado, arrastraría 180 toneladas de peso útil *que paga* y sólo 60 toneladas de peso muerto ó peso de los wagones, *que no paga*.

Los datos siguientes, tomados de la memoria del señor Morandiere, darán también una idea de la disminución del peso

muerto en los coches de pasajeros. «El peso muerto de los vehículos para la vía de 1 metro 50 centímetros (normal en Europa) ha ido aumentando constantemente a causa del aumento de la velocidad y del largo de los trenes. Los coches de primera clase de la línea de París á Orleans pesaban en su origen 140 kilogramos por asiento ofrecido, y los de las compañías del Este y del Norte, construídos algunos años después, pesaban 216 kilogramos por pasajero. Actualmente los carros de primera de Orleans pesan 260 kilogramos y los del Este y del Norte 285 kilogramos por asiento. En los coches construídos para la vía angosta, el peso es de 120 á 200 kilogramos por asiento.»

«En la reducción del peso muerto, la parte que es peculiar de la vía angosta viene de la aproximación de ciertos puntos de apoyo, lo que permite disminuir la escuadra de las piezas que trabajan transversalmente, tales como ejes, travesaños etc., etc.»

2. —Con la vía angosta en las líneas secundarias, se puede utilizar mucho mejor el material rodante, por cuanto es siempre más fácil encontrar carga para llenar wagones de 3 á 4 toneladas, que llenar grandes wagones de 10, 12, ó 20 toneladas como las que usan nuestras líneas anchas ó del Estado. Por este motivo en las líneas angostas se encuentran casos en los cuales la proporción entre el equipo vacío que circula y el equipo cargado más bien dicho y la capacidad de los carros es de un 75%, mientras que según las memorias de nuestros ferrocarriles del Estado, lo más que se ha conseguido en la línea de Santiago á Valparaíso, ha sido que la proporción de la carga con respecto á la capacidad de los carros movilizados fuera de un 51%. Y si tomamos la estadística del año 1887 vemos que esta proporción tomada en su conjunto es apenas de un 34%. Estos casos no se pueden ver con las vías angostas, por cuanto una explotación que sólo aprovecha un 34% de la capacidad del equipo que moviliza es ruinosa; y los ferrocarriles secundarios que son siempre industriales no explotan en esas condiciones.

3.—Los wagones de la vía angosta son más pequeños y menos pesados; exigen por consiguiente mucho menos personal para todas sus maniobras. Esta misma circunstancia facilita las instalaciones para que entren á los patios de los mismos graneros ó de los establecimientos industriales.

Se ve, pues, como lo hemos dicho, que en estos casos la vía angosta se impone por su economía en los gastos de instalación y condiciones de explotación. Pero con el nombre de vías angostas se pueden construir líneas desde 0^m40 y aún de 0^m30 de trocha, hasta 1^m4 y 1^m50; y entre nosotros *donde la vía normal es más ancha aún hasta de 1^m68*. Evidentemente que entre esta variedad de trochas angostas, no es indiferente en todas los casos escoger una ú otra sin que por otra parte sea muy fácil decir cual sería la mejor.

Como para fijar la trocha de una vía no sólo deben tomarse en cuenta las consideraciones generales que apuntaremos más adelante, sino también la experiencia ya adquirida en las líneas existentes y en explotación, además de estas observaciones generales apuntamos las trochas más usadas en los diversos países y que se encuentran más sancionadas por la práctica.

CONSIDERACIONES GENERALES.

4.—Mientras más estrecha es la trocha de la vía, mayor es el beneficio teórico que se realiza. Beneficio que se obtiene tanto sobre el costo de construcción como sobre los gastos de explotación; por otra parte, sin reducir mucho la trocha se consiguen también grandes beneficios, aumentando las gradientes, disminuyendo los radios de las curvas, etc., evitando así obras de arte costosas ó desmontes voluminosos, sin recargar por eso los gastos de explotación, gracias á las mejoras introducidas últimamente en el equipo y en las locomotoras. Sin embargo, toda

reducción de gasto tiene su límite que depende naturalmente de las condiciones locales, de las condiciones del transporte que hay que efectuar y de la naturaleza de dichos transportes.

Admitiendo que bajo el doble punto de vista de la economía de la construcción y de la reducción del peso muerto del material rodante, *la vía más angosta debe ser la preferida, es preciso determinar el límite de la reducción de la trocha con relación á la carga que se tiene que movilizar en cada caso determinado*, en vista de su servicio probable de pasajeros, etc., para no llegar á una reducción tal que no permita una buena utilización del equipo por su excesiva estrechez. Ahora bien, como con cualquier ancho de wagón se puede con más ó menos facilidades transportar toda clase de mercaderías, son generalmente los coches del servicio de los pasajeros los que vienen á fijar la trocha de la vía de los ferrocarriles secundarios; por cuanto la relación entre el ancho de estos vehículos y el de la vía, no debe pasar de cierto límite impuesto por la necesidad de dar al equipo una estabilidad conveniente.

5.—Como ya lo hemos dicho en otra ocasión, se puede sin comprometer la estabilidad del equipo darle un ancho de $2\frac{1}{2}$ veces el ancho de la trocha de la vía; por consiguiente, multiplicando por este coeficiente las trochas de las vías angostas, tendremos los anchos máximos de los marcos de los coches de pasajeros ó de los wagones de mercaderías que puedan circular sobre estas trochas, no teniendo dichos marcos ningún límite en el sentido del largo por el empleo de los bogies. Así en la línea de Testinoig de 0^m60 de trocha, se encuentran •carros y coches de pasajeros de 11^m455 entre sus topes.

El señor Moschelle ha formado el cuadro siguiente tomando las trochas de los ferrocarriles angostas más usados, apuntando el ancho máximo de los marcos de los carros y coches que pueden circular por esas vías y como puede aprovecharse esa superficie distribuyéndola en asientos para pasajeros, según los

tres principales sistemas de vehículos más usados. Hé aquí el cuadro:

Trochas de las vías.....		0. ^m 75	0. ^m 914	1. ^m 00	1. ^m 067
Ancho máximo de los marcos de los coches.....		1. ^m 875	2.285	2.500	2.667
Anchos suficientes para una buena instalación.	Sistema ómnibus.....	1.800	»	»	»
	Id. Inglés de 3 asientos por banca...	1.650	»	»	»
	Id. Inglés de 4 asientos por banca...	»	2.150	»	»
	Id. id. de 5 asientos por banca...	»	»	»	2.650
	Id. Americano de 2 asientos por fila.	1.650	»	»	»
	Id. Americano de 3 asientos por fila.	»	2.150	»	»
	Id. Americano de 4 asientos por fila.	»	»	»	2.650

Las dimensiones de los bancos son calculadas de 0^m50 x 0^m50 comprendiendo la tapicería; el intervalo entre dos bancos en el sistema inglés de 0^m50 y en el sistema americano de 0^m45, y en el sistema ómnibus de 0^m65. El ancho de los pasadizos en el sistema americano de 0^m50, el espesor de las paredes del coche 0^m075, espesor de separación de los espaldares de los bancos 0^m03.

En vista del cuadro anterior, el señor Moschelle llega á la conclusión siguiente: «Estas cifras muestran: 1.^o que la vía de m. 0.75 es más que suficiente para los coches del sistema ómnibus y para los del sistema inglés de tres asientos por banca, ó para el americano de dos asientos por fila. 2.^o que la vía de 0.^m914 permite el empleo de coches del sistema inglés, de cuatro asientos por banca, o de sistema americano de tres asientos por fila; 3.^o que los coches de sistema inglés de cinco asientos por banca ó el americano de cuatro asientos por fila de la vía normal, podrían circular por la vía de 1.^m067; pero como una de las principales ventajas de las vías angostas es precisamente dar una mejor utilización de los asientos que se ofrecen, no podríamos recomendar el empleo de estos anchos coches. Se pue-

de, pues, deducir de este exámen que los vías de 1 metro ó de 1.^m057 *son aún muy anchas*, y que es conveniente escoger entre las trochas de 0.^m75 á 0.^m914 si se quiere conservar alguno de los sistemas admitidos, la que nos parece más conveniente.»

6.—No hay duda que la trocha de 0.^m75 permite una buena utilización de los coches de pasajeros y un equipo de mercaderías que se puede construir adecuado para todas las exigencias locales del tráfico; por consiguiente, que es una trocha que está llamada á ser escogida en muchos casos. Ahora, para escoger entre las trochas de 0.^m75 ó de 0.^m914, que aparecen como más favorables respecto del sistema de coches para el servicio de los pasajeros, se pueden comparar bajo el punto de vista de la utilización de la superficie del piso de los coches: y, á este respecto, siguiendo las comparaciones con las cifras dadas por el señor Moschelle, la superficie del piso, por asiento, para los tres sistemas de coches son las siguientes:

		m ²		
Vía de 0. ^m 75	{ Sistema ómnibus.....	0.41	por	asiento
	{ Id inglés de 3 asientos por banca	0.38	»	»
	{ Id americano de 2 asientos por fila	0.55	»	»
		m ²		
Vía de 0. ^m 914	{ Sistema inglés de 4 asientos por banco	0.38	por	asiento
	{ Id americano de 3 asientos por fila	0.50	»	»

Se ve, por las cifras anteriores, que bajo el punto de vista de la utilización de la superficie del piso, el sistema inglés es superior al americano, y en seguida viene el ómnibus y el último es el americano, á pesar que, en los cuadros anteriores no se han tomado en cuenta las superficies de las plataformas que se encuentran en los extremos de los carros americanos.

Sin embargo, á pesar del mal aprovechamiento de la superficie del piso, el tipo americano es el que generalmente conviene para las líneas angostas, por cuanto no teniendo sus coches

puertas laterales, exigen la menor entrevía posible y por consiguiente el menor espacio entre las barandas de los puentes ó las paredes laterales de los túneles, etc., etc. En una palabra el *galibo de libre circulación* es el más angosto posible.

Por otra parte, la circulación interior permite el control de los boletos, etc., de una manera más eficaz y con el menor número de empleados posible; y finalmente, evita los inconvenientes del sistema inglés, de aislar á los pasajeros de modo que en regiones poco frecuentadas se pueden cometer atentados dentro de los coches. Establece la comunicación fácil é inmediata del pasajero con los agentes del tren en toda ocasión, para casos de accidentes, etc., etc. Por estas razones, á pesar que, como hemos visto, el sistema americano es el que aprovecha menos la superficie de los wagones, es el más generalizado en las administraciones de los ferrocarriles vecinales ó locales.

El cuadro anterior nos pone también de manifiesto que, tanto las vías de 0.^m75 como las de 0.^m914 utilizan las superficies del piso de los coches más ó menos de la misma manera usando el sistema inglés; por consiguiente, que en este caso, la trocha más económica será la más estrecha por cuanto reduce todas las obras de arte, etc. Si se quiere emplear el equipo sistema ómnibus, con pasadizo interior, siempre resulta que la vía de 0.^m75 sería siempre la más ventajosa bajo el punto de vista de la utilización de la superficie del piso de los coches de pasajeros. Solamente usando el equipo americano, tenemos que la vía de 0.^m914 es más conveniente que la de 0.^m75, sin que su diferencia sea muy notable.

7.—Si se hacen estudios sobre el peso muerto de los wagones, resulta ser también la trocha de 0.^m75 la más conveniente, por cuanto *se puede obtener con ella la relación más favorable entre el peso muerto y el peso útil.*

Como cuando se reducen todas las dimensiones de un vehículo en la misma relación que la trocha de la vía por la cual de-

be circular, se ve que *«el peso de los vehículos disminuye como el cubo de la trocha, mientras que el peso que pueden soportar disminuye como el cuadrado de la trocha; lo que hace que el peso muerto sea tanto más pequeño, con relación á la carga útil cuanto la vía es más estrecha.»* Pero como este teorema es enteramente teórico, sólo se verifica en la práctica, con equipos bien contruidos y bien estudiados para todas las vías; pero cuando se desciende á trochas *demasiado estrechas* de 0^m60 ó 0^m50 ó menos, esta reducción de dimensiones de las piezas de los coches de los wagones no puede pasar de cierto límite, puesto que, prácticamente será imposible disminuir la altura interior de los coches más allá de cierto minimum, sin lo cual no se daría la menor comodidad á los pasajeros. Las dimensiones de los organismos y piezas de las locomotoras, no se pueden disminuir indefinidamente y por otra parte, la estrechez de la trocha hace que se presenten una multitud de dificultades de construcción que hay que vencer, cuando se quieren obtener para estas líneas demasiado angostas, locomotoras que tengan cierta fuerza de tracción.

No pudiendo entonces, prácticamente, disminuir de una manera progresiva la escuadria de las piezas de madera ó de metal que deben componer los marcos, montantes, etc., del equipo, á medida que se disminuye la trocha, hay, por consiguiente, en este sentido, un minimum, más allá del cual todas las ventajas de disminución de peso muerto etc., etc. se pierden prácticamente. *Este minimum, según estudios hechos, se encuentra también en la práctica con la trocha de 0.^m75 para los wagones.*

Para no citar muchas cifras á este respecto, diremos simplemente que en una vía de 0.^m75 pueden circular wagones que carguen 5 toneladas de mercaderías en condiciones que se obtiene la mejor proporción entre el peso útil y el peso muerto arrastrado. 1 á 3.

8.—Por lo que toca á los coches de pasajeros, la práctica ha de

mostrado también que la vía de 0.^m75 presenta superioridades incontestables sobre las otras trochas más anchas, y que se construyen coches enteramente confortables y cómodos para estos servicios como por ejemplo, los de 16 asientos de la línea de Broelshal; los de 36 asientos de la línea de Ochat á Westerstede; los coches de la compañía francesa, de 14 asientos; los de la sociedad de industriales suizos de 24 asientos.

9.—Se podría temer que la trocha de 0.^m75 fuera demasiado estrecha para permitir una instalación conveniente para los órganos de las locomotoras, y dar al caldero, hogar, etc., los desarrollos necesarios cuando se necesiten remolcadoras de algún poder. Si bien es cierto que esta es una de las causas que en muchos casos puede influir para no llevar tan allá la reducción de la trocha de la vía, y que hay que estudiar en detalle en los casos particulares que se pueden presentar, no por eso se puede decir que en la práctica en la trocha de 0.^m75 se hayan encontrado entorpecimientos fuertes para construir motores relativamente poderosos para su peso y condiciones generales. Para trochas más angostas que 0.^m75 la dificultad de construir buenas locomotoras de algún poder ya se hace enteramente sensible.

Para fijar las ideas á este respecto, no tenemos más que comparar los pesos, etc., de cierto número de locomotoras y ver realmente los resultados obtenidos y para ello tomaremos el cuadro presentado por el señor John Maschell á la sociedad de ingenieros civiles.

LÍNEAS O CONSTRUCTORES		Trocha de la vía	PESO EN SERVICIO			POR TONELADA DE ADHERENCIA		
			Total	de Adheren- cia	Por rueda motriz	Superficie de la Parrilla	Superficie de caldeo del hogar	Superficie de caldeo de los tubos
Constructores	Establecimiento de Cail y Ca....	1. ^m 0	12000	12000 k	2000 k	m ² 0.053	m ² 0.297	m ² 2.051
	Société de Batignolles	»	13600	13600	2267	0.031	0.160	1.641
	Société du Passy.....	»	16000	16100	4250	0.035	0.205	1.711
	Copet de Bourdon.....	»	18400	18400	3067	0.033	0.186	1.413
Líneas de	Ochatt a Westerstede (Alemania)	0. ^m 75	7400	7400	1850	0.036	0.243	2.095
	Cessous a Trebrian (Francia)....	0. 77	8000	8000	2000	0.052	0.287	2.362
	Broelthal (Prusia del Rin.).....	0. 78	12500	12500	3125	0.032	0.200	1.080
	Rostoken a Marksdorf en Hungría	0. 75	15000	15000	2500	0.043	0.205	2.354
Fábrica de locomotoras de Mödling cerca de Viena.....		0. 75	22000	22000	2750	0.031	0.170	2.205
Fábrica de Roger i Patterson en los Estados Unidos.....		0. 76	33600	18210	3035	0.049	0.293	2.610

Este cuadro pone de manifiesto que aún bajo el punto de vista del material de tracción ó locomotoras, la trocha de 0.^m75 no se encuentra en condiciones inferiores á las de 1 metro.

10.—Otra de las observaciones que se podría hacer es que, con una trocha tan angosta como la de 0.^m75 no se puede dar á los trenes una gran velocidad y por consiguiente hacer los trayectos pesados por el tiempo, sobre todo para los trenes de pasajeros cuando este servicio tiene alguna importancia. A este respecto la práctica también ha demostrado que no es exacto el temor y désautoriza la objeción anterior; y para ello citaremos los ejemplos siguientes: en la línea de Testinag, de 0.^m60 de trocha, la velocidad de los trenes es de 47 á 56 kilómetros por hora y se han hecho pruebas viajando sobre carros plataforma con más de 67.5 kilómetros por hora, sin que se note peligro alguno. Las máquinas con que se han obtenido estas velocidades son del tipo Tairlie de 8 ruedas repartidas entre dos bogies; su peso en servicio es de 21,215 kilogramos enteramente utitizados en la adherencia.

11. Queda, pues, demostrado que con la vía de 0.^m75 se puede dar á los coches y wagones dimensiones suficientes para obtener un servicio enteramente satisfactorio, y que con las locomotoras que se pueden hacer circular por esa vía se aprovecha la adherencia, etc., en las mismas condiciones que con las de vía de un metro de trocha ú otra, de manera que bajo el punto de vista económico, tanto como construcción como por la explotación la trocha de 0.^m75 es la vía angosta más recomendable.

Esta misma cuestión, si no fué resuelta de una manera terminante, por lo menos quedó enteramente planteada, con el informe redactado por la comisión nombrada especialmente por la unión de los ferrocarriles alemanes en 1869. La conducción de este informe es que, *es una cuestión de interés común para los concesionarios y compañías explotadoras, no tener más que dos trochas angostas; la de 0.^m75 y la de 1.^m00. La primera con*

un radio minimum de curvas de 60 metros, que será empleada en las explotaciones donde domine el transporte de animales; y la vía de 1.^m00 con un radio minimum de 80 metros podría convenir para el transporte de pasajeros, animales, mercadertias voluminosas, etc., etc.

La Suiza ha adoptado para la construcción de sus líneas las conclusiones anteriores, otro tanto se encuentra también prácticamente en Hungría.

Se ve pues, que precisando la cuestión para los casos que se pueden presentar entre nosotros, la vía de 0.^m75 es la que debe adoptarse como más económica para las líneas secundarias del norte, en las regiones mineras y montañosas y á muchas otras líneas de carácter enteramente secundario ó industrial que pueden ser construídas en nuestros valles laterales de las provincias del centro y del sur. Sin embargo, para ciertas líneas que pueden construirse, poniendo en comunicación ciertos centros de recreo ó establecimientos de baños, como por ejemplo, la de Rancagua á los baños de Cauquenes, será preciso estudiar más detalladamente el movimiento probable de pasajeros y ver si por esta causa convendría ó no tomar la vía de un metro de trocha.

En otros casos puede ser que la vía de un metro de trocha se imponga por ser un minimum por la cual pueden circular, cambiando los bogies, las cajas de los wagones de las líneas de los ferrocarriles del Estado. Esta solución puede tener su fuerte importancia, para evitar ciertos trasbordos en caso que el ferrocarril secundario tenga *como objeto principal servir ciertos industriales* que reciben su carbón, etc., por las líneas del Estado y devuelven sus materias elaboradas, delicadas ó de mucho peso, etc., etc.

Hecho pues el estudio local del valle y los centros industriales ó agrícolas ó establecimientos termale que se pueden servir con las líneas secundarias, no le será difícil al ingeniero ver,

después de pequeños cálculos de comparación, cuál de las dos trochas más recomendadas sería la más conveniente para la línea que estudia y resolverse, en vista de sus antecedentes por la de 0.^m75 ó de 1.^m00 de trocha.

TROCHAS MÁS USADAS

12.—Como estudio estadístico apuntaremos á continuación las trochas que se encuentran usadas más generalmente en las líneas secundarias de los diversos países europeos y americanos. Estos datos figuran más en la mente de los ingenieros que, salvo líneas de construcción antigua, *y las pequeñas diferencias debidas á la diversidad de medidas de longitud* que desgraciadamente hasta ahora existen entre los países civilizados, las trochas más generalizadas son las de 0.^m75 y de 1.^m00. (Al decir un metro se comprende la de 3 pies 6 pulgadas ó sea de 1.^m067, por cuanto no difiere sino á causa de la diversidad de medidas).

13.—Examinando los ferrocarriles secundarios europeos y de sus colonias, vemos que la trocha generalmente adoptada en *Francia* para las líneas secundarias de uso público es la de 1.^m00; y la de 0.^m75 para los que se establecen usando ciertas zonas de las calzadas ó de las veredas de los caminos públicos existentes. Solo se usan trochas menores en vías enteramente industriales y que no son entregadas al servicio público.

La *Inglaterra* que, á pesar de su gran civilización, no ha adoptado el sistema métrico como sistema de pesos y medidas, ha fijado naturalmente para sus líneas de trocha angosta su unidad de medida, *la yarda*, ó sea 0.^m914. Fácilmente se comprenderá que prácticamente entre la línea de 0.^m914 y la de un metro de trocha no hay diferencias (0.^m086); por consiguiente, que entre nosotros, *donde rige el sistema métrico como sistema de pesos y medidas, es absurdo que se abogue muchas veces por la trocha de tres pies ingleses ó de 0.^m914.*

En Inglaterra como en Francia, salvo las vías enteramente industriales, tienen trochas menores de 0.^m75.

En *Bélgica* se encuentra la trocha de 1.^m10 en la línea Amberes á Santes, y de 1.^m20 en la red de Haute-et-Bas-Flenu; trochas adoptadas más ó menos caprichosamente en épocas en que se principiaban á construir líneas férreas, y que se temía, y con razón en aquel tiempo que, reduciendo mucho la trocha, no se consiguieran locomotoras de una fuerza de tracción suficiente. Como los progresos de la industria han hecho desaparecer por completo estas dificultades y temores, la trocha de un metro es la que se ha usado posteriormente y la que se usa actualmente en casi todas las líneas secundarias.

En *Suiza* la trocha admitida por el *Consejo Federal* es la de 1.^m00, por consiguiente es la trocha común de sus ferrocarriles.

En *Italia* las trochas de las líneas secundarias varían de 1.^m10 en la red de Novare á Varallo y á 0.^m90 en la de Turín á Rívoli, estando esta última establecida sobre el camino público y haciendo el servicio de pasajeros. La línea de San Leon que es enteramente industrial, tiene 0.^m76 y la de Mantepone 0.^m96 haciendo el servicio de pasajeros la trocha de 0.^m90 de la línea de Rívoli fué impuesta por no disminuir mucho la zona de la calzada del camino que quedaba para los vehículos ordinarios.

Se ve pues que, á pesar de la poca armonía de sus trochas las de los ferrocarriles secundarios italianos de mayor importancia, se aproximan de la de 1.^m00 (1.^m00 á 0.^m90) impuesta y de 0.^m75 para los de carácter más secundario ó minero.

La *España* hasta 1876 sólo tenía construido como línea secundaria el ferrocarril de Alpujarras en Andalucía, con vía de un metro de trocha. Las líneas de este carácter que se han construido posteriormente siguen su ejemplo.

El *Portugal* tiene líneas secundarias con las trochas siguientes: 0.^m90 en la de Oporto á Paroa y á Tamalícao, y la de 1.^m067 de Minas de San Domingo y otros. La trocha de 1.^m067

no es otra que la de *un metro* puesta desgraciadamente en medida inglesa, 3 piés 6 pulgadas.

En Grecia el ferrocarril de vía angosta de las minas de Lauriun es de 1.^m00 de trocha.

En *Alemania* se encuentran en explotación las líneas de Broelthal de 0.^m785 de trocha y la de Ochoet-Westerstede de 0.^m75. La primera construída en 1862, cuando no había ninguna regla ni se pensaba en buscar cual sería la trocha más conveniente. Más tarde, como lo hemos manifestado, la *Unión de los Ferrocarriles Alemanes, comprendiendo los de Austria y Hungría*, han reconocido que era de interés general no tener más que dos trochas angostas; la de 1.^m00 para las líneas de gran movimiento de pasajeros y de alguna importancia, y la de 0.^m75 en los otros casos. A pesar de este acuerdo, siendo las grandes economías de la línea de 0.^m75 de trocha, ella fué aplicada para la línea de Ochoet á Westerstede que tiene un más que regular tráfico de pasajeros: la práctica demuestra por lo demás que esta línea de 0.^m75, á pesar de su gran servicio, da completa satisfacción á las exigencias de la explotación.

En *Austria-Hungría* se encuentran líneas secundarias y vecinales de 0.^m95, 0.^m75 y 1.^m10 de trocha, líneas que se construyeron antes de 1870. Posteriormente tomaron parte en las conferencias de la unión de los ferrocarriles alemanes y reconocieron que esa variedad de trochas no tenía ninguna razón en su apoyo, y que si se continuaba de esa manera construyendo líneas de toda clase de trochas, no se conseguirían beneficios económicos en la construcción en muchos casos, y sí grandes perjuicios para los constructores y explotadores, puesto que cada trocha especial exige su equipo estudiado expresamente para que realmente sea económica. Se han salvado estos inconvenientes adoptando como en Alemania dos trochas para sus líneas vecinales, la de 1.^m00 y la de 0.^m75 según la importancia y servicios de las líneas.

La *Rusia* que no se puede citar como ejemplo en materia de ferrocarriles, por cuanto, por razones estratégicas no ha construído sus líneas, como todas las demás naciones europeas, sino más anchas, sin embargo, en sus ferrocarriles de vía angosta ha adoptado la trocha de 1.^m067.

La *Noruega* fué la primera que fijó la trocha de 1.^m067 para su red de ferrocarriles, como se ve, en estas líneas no se ha tomado francamente la trocha de un metro, por cuanto no se usaba entonces en ese país el sistema métrico para sus medidas y tomaron la trocha de 3 pies 6 pulgadas.

La *Suecia* posee una gran variedad de trochas en sus líneas, á saber: 0.^m742, 0.^m787, 0.^m889, 1.^m067, 1.^m099, 1.^m188 y 1.^m219. De todas estas la más usada es la de 0.^m889.

La *Arjelia* en las líneas de servicio de pasajeros de Arzeu-Zaida-Geuriville, se encuentra la trocha de 1.^m10, copia de la línea de Amberes á Gantes de Bélgica, que estuvo muy en boga recién se construyó. En los ferrocarriles de Mokta-el-Hadid ya se introdujo la trocha de un metro y posteriormente la de 0.^m70 para el ferrocarril enteramente industrial de Cameralta.

En *Egipto* las líneas férreas tienen la trocha de un metro.

En la colonia del *Cabo de Buena Esperanza* las líneas tienen de trocha 1.^m067 que en realidad es la equivalente á la de un metro, puesta en piés y pulgadas inglesas.

En la *Turquia Asiática*, en la línea de Brousse á Mundania la vía tiene un metro de trocha.

En las *Indias Inglesas* donde era lógico esperarse otra vez, encontrar las trochas en piés y pulgadas, sólo la primera línea se construyó con 1.^m22 de trocha, para todas las demás el Gobierno ha adoptado para toda la red la trocha de un metro.

En el *Japón* como los ferrocarriles han sido construídos por ingleses, se han introducido las trochas de 1.^m067 ó de 3 piés 6 pulgadas, ó sea el metro traducido á medida inglesa. La misma trocha de 1.^m067 la encontramos naturalmente en todas partes

donde los ingleses han introducido su sistema de medidas, como ser en *Java* y en los ferrocarriles de *Australia* y *Tasmania* y en las líneas de la *Nueva Zelandia*.

En el *Canadá* se encuentran varias trochas; pero la más usada es la del *metro*, puesto en piés y pulgadas ó sea 1.^m067.

14.—Examinando las líneas construídas en América vemos lo siguiente:

En los *Estados Unidos* hay en uso una gran variedad de trochas en sus líneas férreas secundarias, como ser: 0.^m70, 0.^m76, 0.^m81, 0.^m96, 1.^m00, 1.^m04, 1.067, 1.067, 1.^m22; pero la más usada es naturalmente la de la unidad de medida, la de la *yarda* ó sea 0.^m914.

En *Cuba* las líneas tienen 0.^m762 de trocha y en *Costa Rica* 1.^m067.

En el *Brasil* los ferrocarriles angostos son de 1.^m10 y 1.^m00 de trocha.

En *Bolivia* de 0.^m667.

En *Venezuela* la trocha es de 0.^m914 (3 piés ingleses).

En el *Perú* los ferrocarriles de vía angosta tienen 0.^m762 de trocha.

15.—En *Chile* como casi todas nuestras líneas férreas fueron iniciadas por constructores ingleses ó americanos, á pesar que se encuentra en plena vigencia el sistema métrico, las trochas de las vías férreas han sido tomadas en piés y pulgadas, principiando por nuestra gran línea central de 5 piés 6 pulgadas ó sea de 1.^m68 que es nuestra trocha normal. Los ferrocarriles secundarios han obedecido desgraciadamente á esta misma preocupación y así encontramos en ellos las trochas siguientes:

En el ferrocarril de Iquique á Pisagua la de 1.^m434 entre los rebordes interiores de los rieles.

En el ferrocarril de Antofagasta hacia el interior, Carmen Alto, Salinas, Ascotán, etc., hasta la frontera boliviana, la trocha de 0.762

En la línea de Paposo al interior encontramos la trocha de 0.^m61.

En la línea de Taltal al Refresco y pampa del Tamarugal, la de 1.^m067.

En la de Chañaral á Ánimas y Salado la de 1.^m067.

La línea de Caldera y Copiapó hacia el interior, primer ferrocarril Sud-Americano, fué construída con la trocha normal europea, es decir, de 1.^m44 entre los rebordes interiores de los rieles.

El ferrocarril de Carrizal tiene la trocha de 1.^m27.

El ferrocarril de Coquimbo fué construído con la trocha normal del Estado, es decir, de 1.^m776 (5' 6").

La línea de Tongoy á Tamaya tiene 1.^m067 ó sea 3 piés 6 pulgadas de trocha.

La de Laraquete á las minas de Moquehua tiene 0.61. Esta línea tal vez desaparecerá con la construcción del ferrocarril de Curanilahue, de trocha normal, que une Concepción con los centros carboníferos del sur y que hará el mismo servicio que la vía angosta construída anteriormente para el servicio exclusivo de las minas de Moquehua.

16.—Examinando los datos anteriores se ve que las trochas más usadas en las líneas secundarias son las de 1.^m067, 1.^m00, 0.^m914, y 0.^m75. Si consideramos ahora las tres primeras, vemos que toda la diferencia que existe es desgraciadamente que, á pesar de estar á fines del siglo XIX no hay uniformidad de pesos y medidas entre todos los países. La trocha de 0.914, es la unidad de medida inglesa, *la yarda*, reducida al sistema decimal; y la trocha de 1.^m067 es la de 1.^m00 reducida á medida inglesa en números redondos, 3 piés 6 pulgadas, y de la manera más aproximada posible.

Si hubiera existido igualdad de pesos y medidas, las conclusiones de la Unión de los ferrocarriles alemanes de no tener más que dos trochas la angosta de 1.^m00 para las líneas de alguna

importancia y la de 0.^m75 para las otras líneas se habían generalizado en todos los países.

§ IV

RESISTENCIA Á LA TRACCIÓN.

1.—Las ventajas que se consiguen con las construcciones de las vías angostas, se perderían un tanto si la resistencia á la tracción que opusieran en ello los wagones y coches de pasajeros fueran superiores á las de las trochas anchas; conviene por consiguiente examinar también esta circunstancia para darse cuenta de la potencia de las locomotoras que deben hacer el servicio de las líneas en cada caso particular.

2.—De las observaciones hechas resulta que las resistencias á la tracción en las líneas angostas, cuando son establecidas en la misma forma que las vías normales, es decir, teniendo su rasgo especial y convenientemente cuidadas, sus resistencias son equivalentes. Sólo se puede admitir que la resistencia total á la tracción es de $1/5$ mayor para los ferrocarriles vecinales establecidos sobre las calzadas de los caminos públicos y con rieles de garganta. Una vía férrea cuyo rasgo no puede permanecer reservado exclusivamente para el uso de los trenes, sino que, por buscar economías de primera instalación, ocupa una parte de los caminos públicos, no pudiendo cerrarse ni impedir por ella la circulación de la gente de á pie, ni que los animales que circulan libremente por el camino, no pasen también por la vía, no puede ser mantenido en buen estado: será siempre áspera y mal nivelada y en estos casos, como es natural, la resistencia á la tracción es un tanto mayor.

Por otra parte, si la *rozante* de la línea férrea no sigue perfectamente la *rozante* del camino y hay pequeños desmontes ó terraplenes que hacer, la conservación de ellos es sumamente

onerosa, puesto que son maltratados constantemente por la circulación del camino. El lastre se encontrará siempre removido y maltratado por el tráfico de los animales y de los vehículos que circulan por la calzada cuando aproximan sus ruedas de los rieles de la línea férrea ó circulan sobre ella. Prácticamente, entre nosotros, conocemos todos estos inconvenientes, puesto que son los mismos que deterioran constantemente la línea de los ferrocarriles del Estado entre *Cunaco y Palmilla*, donde es imposible dar una gran velocidad á los trenes por los peligros que se correrían asustando las cabalgaduras, etc., que circulan por el camino, y porque la línea no puede conservarse en buen estado ni bien nivelada.

3 —En vista de lo anterior conviene, pues, cuando se estudia el trazado de una línea secundaria, tratar en cuanto sea posible de evitar el empleo de las calzadas de los caminos públicos.

Habría casi siempre compensación entre los intereses de los gastos de primera instalación que se economizaran usando la calzada, y no comprando un rasgo especial para la vía, y el exceso de gastos de conservación que exigirá la línea sobre el camino, y sobre todo con las subjeciones de reducción de velocidad de los trenes y la irregularidad completa en su marcha á causa de los embarazos del tráfico que ocasiona la circulación de animales y vehículos sobre la calzada.

Lo más conveniente, en general, es colocarse en un rasgo especial, al costado de los caminos, por cuanto de esa manera generalmente no se causan muchos deterioros ni irregularidades en las propiedades particulares; y aprovechando á un costado del rasgo del foso del camino público como cierro, la empresa sólo tendrá que cerrar el otro costado de su propio camino. Sin embargo, como se comprenderá fácilmente, todas estas consideraciones no pueden ser sino observaciones generales que es preciso tener presentes al hacer el estudio de estas líneas, pero

que se resuelven prácticamente en cada caso particular, según los fondos disponibles para la construcción, etc., etc.; pero en todo caso sería indisculpable que el ingeniero no fuera bastante previsor para no ver que en la generalidad de los casos esas economías de los primeros gastos de instalación, ocupando una zona de la calzada de los caminos, no son sino *aparentes y que en realidad más tarde la compañía constructora puede tener un censo en la conservación de estos trayectos de las vías, ocasionando al mismo tiempo un aumento de un quinto en las resistencias normales á la tracción.*

4.—Nada tenemos que agregar á los aumentos de resistencias debidos á las gradientes; ellos son los mismos que para las vías normales, de un kilogramo por tonelada y por milímetro de inclinación; sin embargo, se admiten en las líneas secundarias inclinaciones mucho más fuertes que en las líneas de primer orden, por cuanto los intereses de las economías que se realizan de esta manera en los gastos de instalación, compensan generalmente con usura el aumento de gastos de explotación que estas inclinaciones ocasionan al tráfico.

5.—Respecto á las resistencias que se desarrollan en el pasaje de las curvas, sólo tendremos que repetir aquí la opinión del señor Ch. Gaschler que dice: «suponiendo que la presión P (presión horizontal ejercida por el riel contra el reborde de la rueda) sea la misma para las dos vías (la de 1.^m50 normal en Europa y la de 0.^m60) se llega á esta conclusión: que las resistencias al pasaje de las curvas son entre sí como las raíces cuadradas de los anchos de las vías: por consiguiente si la trocha de la vía angosta es de $0.^m60 = d$ y la de la vía normal, $D = 1.^m50$, estas resistencias son entre sí como de 7 á 12: en otros términos, la resistencia á la tracción de un tren, debida á la influencia de las curvas en la vía de 0.^m60 es solamente $7/12$ de la resistencia de un tren en las curvas de una vía de 1.^m50 de trocha, en condiciones enteramente iguales.»

Se ve, pues, que con la vía angosta se pueden tener radios de curvas mucho menores que con las vías normales, sin sobrepasar por ello las resistencias á la tracción de una manera inconveniente. La práctica ha sancionado completamente este hecho.

6.—Para poder estudiar los diferentes tipos de locomotoras convenientes para las líneas y que desarrollen los mejores esfuerzos de tracción, en proporción de su peso, etc., recordaremos los datos siguientes:

La adherencia ó esfuerzo de tracción es la potencia ó la fuerza que se desarrolla por el frotamiento de las llantas de las ruedas motrices contra los rieles de la vía; este frotamiento y por consiguiente esta potencia es proporcional al peso que soportan dichas ruedas. Los esfuerzos que desarrollan las máquinas se miden por la tensión que una locomotora puede imprimir á una barra de enganche de un tren remolcado á nivel, y el *máximo* de ellos depende de la *adherencia* por una parte y de la *potencia de los cilindros por otra*, pero este último esfuerzo, teniendo una admisión suficiente de vapor en el cilindro, es siempre superior á la *adherencia*; por ese motivo, en último término, la *adherencia sólo fija el límite máximo de los esfuerzos que una locomotora puede imprimir á un tren*. Sería un vicio inadmisibles de construcción, si la capacidad de los cilindros de una locomotora, ó la admisión del vapor en ellos, no pudiera ser tal, que no igualasen por lo menos los esfuerzos de la adherencia.

Ahora el coeficiente de frotamiento de las ruedas motrices contra los rieles, que es lo que produce la adherencia $1/n$ varía según las condiciones atmosféricas á causa de la humedad que hace que dichas superficies sean más ó menos resbaladizas, y se admiten generalmente los valores siguientes:

Para un tiempo muy seco	$1/n = 1/5$
" buen tiempo	" $= 1/6$

Para fuerte lluvia	$1/n = 1/7$
" para tiempo brumoso, húmedo.....	" $= 1/8$
" neblinas espesas ó nevazones.....	" $= 1/9$
" rieles húmedos y grasas de los subterrá- neos	" $= 1/10$
" rieles con hielo ó con hojas secas caídas de los árboles.....	" $= 1/13$

En las partes en que la línea está colocada, como los *tranvías*, con rieles especiales para no maltratar las ruedas de los vehículos ordinarios, el señor Saint Ives dice lo siguiente: «El coeficiente de adherencia varía entre límites muy extensos de $1/9$ á $1/17$ según el estado de la vía; con ciertas neblinas, las ruedas patinan muy fácilmente y en estas condiciones se desciende á $1/17$ del peso total, pero este estado desventajoso puede ser modificado usando la arena; se admite con seguridad $1/12$.»

El señor *Clark* avalúa como coeficiente más débil que puede emplearse en *líneas colocadas como tranvías* en $1/9$ del peso de la locomotora; sin embargo, hemos visto que este coeficiente puede descender hasta $1/10$ en los subterráneos y hay donde se ponen siempre rieles salientes sin gargantas, pero que se ponen grasosos con las filtraciones, etc. Ahora como se encuentran en circunstancias mucho más desfavorables, las locomotoras que, por circunstancias locales, tienen que circular por rieles con garganta, como los tranvías, porque en estos casos á causa del barro, etc. que se aloja en las gargantas, la humedad, etc., la superficie del riel se encuentra casi siempre como engrasada, no es posible contar en estos casos con una adherencia superior á $1/10$. Para evitar estas condiciones tan onerosas, los maquinistas pueden recurrir prudencialmente al empleo de la arena, ó bien poner agentes de conservación que constantemente limpien esta parte de la vía. Como se ve, si el uso de la calzada de los

caminos públicos obliga á la compañía del ferrocarril vecinal á poner rieles de garganta, como los tranvías, la pérdida de los esfuerzos de tracción, por la disminución de la adherencia de las locomotoras, no es despreciable, por cuanto se pasa del coeficiente de $1/7$ á $1/8$ que son los términos medios ordinarios á los de $1/10$ á $1/12$.

7.—Para calcular los esfuerzos de tracción que puede desarrollar una locomotora según la adherencia, se procede de la manera siguiente: Admitiremos, como es costumbre en estos casos, $\frac{1}{7}$ como coeficiente medio de la adherencia cuando el ferrocarril secundario usa rieles salientes (viñalas ó doble borlón) como los ferrocarriles de la vía normal, y $\frac{1}{10}$ á $\frac{1}{12}$ como coeficiente medio cuando se usan rieles con gargantas como los de los tranvías. Supongamos una locomotora de 10000 kilogramos de peso sobre sus ruedas matrices y que arrastre en rieles de garganta, un tren cuyo peso total (wagones y carga) sea de 25000 kilogramos. Como hemos visto, la resistencia que en este caso se opone á la marcha del tren es de 10 kilogramos por tonelada, tendremos entonces:

Peso de la locomotora..... 10000 kilogramos

Peso de los wagones cargados.... 25000 »

Peso total que remolcar..... 35000 kilogramos

Resistencia al remolque 10 kilogramos

por tonelada; para 35 toneladas será

de..... 350 »

Por consiguiente, la máquina por lo menos deberá desarrollar en la circunferencia de sus ruedas un esfuerzo de 350 kilogramos para poder arrastrar el tren. Por otra parte, en este caso el coeficiente medio de adherencia más favorable es de $\frac{1}{10}$; por consiguiente tenemos que el peso adherente de la locomotora es

de $\frac{10000}{10} = 1000$ kilogramos: como la resistencia es sólo de 350 kilogramos, queda disponible un exceso de fuerza de $1000 - 350 = 650$ kilogramos. Esto induciría á creer que la locomotora podría arrastrar trenes mucho más pesados, y ello sería completamente escaso si toda la rozante del ferrocarril secundario fuera horizontal; pero como por cada milímetro de inclinación se aumenta un kilogramo por tonelada á la resistencia del tren, veamos el máximo de la pendiente que, en las condiciones anteriores podría vencer esta locomotora. Como su tren es de 35000 kilogramos de peso bruto; y cada milímetro de gradiente hace aumentar de un kilogramo por tonelada la resistencia, la tracción de las 35 toneladas harán que esta resistencia aumente de 35 kilogramos por milímetro de inclinación; por consiguiente, si dividimos los 650 kilogramos de exceso de fuerza adherente por 35, tendremos en milímetros el máximo de la gradiente que en este caso puede vencer la locomotora con su tren, es decir $\frac{650}{35} = 18.3$ milímetros por metro.

Como se ve, para que esta locomotora pueda arrastrar un tren de 25 toneladas, sin contar con su propio peso, necesita tener un camino con pendientes sumamente suaves, como los de las grandes líneas de mucho tráfico. Como estos ferrocarriles secundarios, para que sean realmente económicos, deben ser contruídos con fuertes gradientes, comprendidas á veces entre 30 á 35 y aún 40 milímetros por metro en algunos casos, no se puede contar, si se usan las calzadas de los caminos y se ponen rieles con garganta, con que una locomotora de 10000 kilogramos de peso útil adherente arrastre un tren de carros cargados que pese más de 15000 kilogramos. En este caso tendremos:

Peso de la locomotora.....	10000 kilogramos
Peso de los carros cargados.....	15000 »
Peso total que remolcar.....	25000 kilogramos

Resistencia á la tracción, 10 kilogramos
 por tonelada, luego las 25 toneladas
 darán..... 250 kilogramos

Como el coeficiente de adherencia es siempre de $\frac{1}{10}$, tendremos que el peso adherente sería de 1000 kilogramos, es decir, que el exceso sería de $1000 - 250 = 750$ kilogramos: como el peso total del tren es de 25 toneladas en este caso y la resistencia aumenta de un kilogramo por tonelada y por milímetro de pendiente, se tendría que la gradiente *máxima* que vencería la locomotora con su tren de carros cargados sería de $\frac{750}{25} = 30$ milímetros por metro.

8.—Para hacer resaltar bien la diferencia de fuerzas de tracción, entre vías establecidas con su rasgo especial, y las que usan las calzadas de los caminos, como el que hemos considerado anteriormente, aplicándole, sin embargo, como coeficiente medio de adherencia el máximo posible para el caso, es decir, $\frac{1}{10}$, no tenemos más que repetir los mismos cálculos anteriores, tomando en este caso las cifras más desfavorables para la adherencia, etc. Hemos dicho antes, que la resistencia á la tracción en una línea bien establecida es de $\frac{1}{3}$ menor que en las líneas consideradas como *tranvías*, que fué el caso considerado anteriormente; por consiguiente, si la resistencia en la línea de *tranvía* fué avaluada en 10 kilogramos por tonelada en horizontal, en el caso actual será de un quinto menor, es decir de 8 kilogramos por tonelada. Lo que esté en entera conformidad con la práctica. Luego tendremos:

Peso de la locomotora.....	10000 kilogramos
Peso de los wagones cargados....	25000 »
Peso total por remolcar.....	35000 kilogramos

Como el esfuerzo en este caso es de 8
kilógramos por tonelada, para las 35
toneladas, tendremos..... 280 kilógramos

Como el coeficiente de adherencia medio, más desfavorable en este caso es de $\frac{1}{8}$, tenemos que el peso adherente de la locomotora es de $\frac{10000}{8} = 1250$ kilógramos.

La diferencia entre el esfuerzo necesario para la tracción del tren y la adherencia es de $1250 - 280 = 970$ kilógramos. Como el peso total del tren es de 35 toneladas habrá un aumento de esfuerzo de 35 kilógramos por milímetro de pendiente que se tenga que vencer, y el *máximo* de la gradiente por la cual esta locomotora podrá arrastrar su tren será de $\frac{970}{35} = 27.74$ milímetros por metro, mientras que en el caso anterior, suponiendo la vía con riel de garganta, sólo podía subir en las mismas condiciones esta misma locomotora, una gradiente de 18.3 milímetros por metro.

9.—Para calcular los esfuerzos de tracción de una locomotora según sus dimensiones se puede hacer uso de las fórmulas siguientes que son las más generales. Llamando:

F.—El esfuerzo de tracción desarrollado en las llantas de las ruedas motrices.

p.—La presión efectiva del vapor en los pistones, es decir, la presión absoluta de la caldera disminuída de una atmósfera.

d.—El diámetro de los cilindros.

l.—La carrera del pistón.

D.—El diámetro de las ruedas motrices.

Tendremos que el trabajo desarrollado en uno de los cilindros durante una carrera completa del pistón es de

$$p \times \frac{\pi d^2}{4} \times 2 l$$

por consiguiente el trabajo de los dos cilindros será el doble.

$$2 \times \frac{p \pi \times d^2}{4} \times 2 l \dots \text{de donde} \dots p \pi d^2 l \dots (1).$$

El trabajo desarrollado en las llantas de las ruedas motrices, durante una revolución completa, será de

$$F \pi D \dots \dots \dots (2)$$

como los valores (1) y (2) son evidentemente iguales entre sí, tenemos

$$(3) \dots F \pi D = p \pi d^2 l \dots \text{de donde } F = \frac{p d^2 l}{D}$$

También se puede deducir de la ecuación (3) la presión media efectiva que deben tener los pistones para tener un esfuerzo de tracción equivalente á una adherencia dada, despejando de ello á p , tendremos:

$$p = \frac{D F}{d^2 l} \dots \dots \dots (4).$$

Ahora, como para que una locomotora pueda remolcar un tren, es preciso, por lo menos, no llegar al límite del equilibrio dinámico entre la adherencia y la fuerza media transmitida por los pistones tangencialmente á las manivelas de las ruedas motrices, comprendiendo los rozamientos naturales de los órganos de la locomotora, tenemos que, si llamamos P el peso de la locomotora, $\frac{P}{\pi}$ el peso adherente; f el coeficiente de frotamiento, se tendrá:

$$f \frac{P}{\pi} = \frac{0.65 p d^2 l}{D} \dots \dots \dots (5)$$

El coeficiente 0.65 se introduce en la fórmula como una reducción equivalente á la caída de la presión del vapor al pasar

de la caldera á los cilindros, y por la aplicación de la expansión del vapor en los cilindros en los casos ordinarios. En realidad, debería disminuirse también el segundo término de la ecuación con la resistencia propia de los organismos de la locomotora, como lo hemos dicho; pero en la práctica no se toma en cuenta esta corrección, siempre que se tenga cuidado de agravar un poco las condiciones de adherencia.

10.—Tales son los datos generales y consideraciones que los ingenieros deben tener presentes según los casos, para calcular y prever los esfuerzos necesarios que exigiria la tracción, según que las líneas secundarias se encuentren establecidas, usando las calzadas de los caminos públicos, ya con rieles de garganta, ya con rieles salientes, ó bien en condiciones ordinarias, como las líneas de los ferrocarriles de vía normal, teniendo presente al mismo tiempo las indicaciones de la rozante de la vía.

§ V.

GASTOS DE EXPLOTACIÓN Y CONSIDERACIONES ECONÓMICAS.

1.—Tratándose de los gastos de explotación de los ferrocarriles secundarios, se encuentran generalmente datos los más contradictorios; y la causa de ello viene de las diferentes maneras de administrarlos. Siempre que la explotación de las líneas secundarias ha sido *copia* de las explotaciones de las líneas de gran tráfico, los gastos de explotación han sido superiores á los calculados, por cuanto en estos casos, los *gastos generales* han influido en una proporción bastante importante y los gastos de conservación, etc., han sido más de los necesarios. Mientras que *estudiando sistemas de administración adecuadas á las construcciones locales*, estos gastos disminuyen considerablemente, sin que el servicio de la línea secundaria sufra por ello.

Si por seguir el ejemplo de las administraciones de las grandes líneas, un ferrocarril secundario recurre á un personal numeroso, teniendo un jefe de sección para cada servicio, y cada uno de estos jefes, como es natural, se encuentra rodeado de un no despreciable número de empleados para los servicios de su dependencia; los gastos generales de administración, toman proporciones desfavorables con respecto á las entradas del tráfico de la línea. Por eso, como lo aconseja el señor Bergeron, la organización de las pequeñas líneas deben inspirarse en los ejemplos de la más estricta economía, porque de otra manera, no sería raro, que los resultados no correspondiesen con las esperanzas.

La administración de estas líneas, y su personal de explotación y de conservación de la vía, etc., debe ser el menor posible. Así el administrador puede ser el mismo ingeniero de la vía que, ayudado de sus camineros y de un jefe de taller en la maestranza, puede atender á todos estos servicios, teniendo como jefe de explotación, no una persona especial, sino al mismo jefe de la estación principal con su personal. Para la carga y descarga de mercaderías, cuando estas afluyen á las estaciones, en temporadas, más ó menos periódicamente, hay lugar de estudiar si conviene ó nó tener empleados permanentes, ó bien si será más económico el empleo de cuadrillas ambulantes, que son trasladadas de un punto a otro según las necesidades. Para el servicio de los trenes conviene especialmente el equipo americano con comunicación interior, por cuanto se disminuye así en cuanto es posible el personal de explotación, conductores, etc., y aún en algunos casos se evite tener empleados pagados para la venta de los boletos en ciertos paraderos ó estaciones enteramente secundarias, haciendo que el conductor del tren haga estas mismas funciones.

Estos hechos, que no son generalmente admisibles en las explotaciones de las grandes líneas por las dificultades del con-

trol, son á veces necesarios en estas explotaciones secundarias que, por lo mismo que tienen menos tráfico y los jefes pueden conocer perfectamente las localidades, los pueden contratar debidamente y obtener así una disminución notable de los empleados y gastos de explotación.

Las grandes explotaciones tratan, en cuanto es posible, de subdividir los servicios y poner especialistas en cada ramo; y tienen razón. El tráfico considerable que adquieren las líneas principales así lo exige: el número crecido de trenes y el equipo constantemente en circulación, hace que sus maestranzas, etc., y el jefe de tráfico tengan una constante ocupación y que cada uno de estos ramos exijan para ser atendidos debidamente una persona especial. En las pequeñas líneas, sobre todo al principio, sería realmente una fantasía el pagarse de estos lujos de personal por copiar los reglamentos, etc., de las grandes administraciones, sin fijarse que sus servicios serán más oportunos y mejor compensados los sacrificios que se han hecho en la construcción del ferrocarril secundario, si su administración es más modesta, juntando varias funciones en manos de un mismo jefe que, gracias al carácter y condiciones de la explotación de la línea puede desempeñarlas á entera satisfacción y económicamente para la compañía.

2.—El señor Nordling, en un estudio presentado á la Sociedad de Ingenieros Civiles de Francia en 1868, hace notar que la experiencia demuestra que, introduciendo en las administraciones de los ferrocarriles secundarios una multitud de economías en los gastos de explotación y conservación, estas líneas producen casi siempre resultados más ventajosos que las grandes líneas. El señor Nordling cita entre estas economías el empleo de los coches americanos con comunicación interior, como los que usan las líneas del Sud-Este de Voloque, de Hérault, etc., ó los coches de comunicación lateral, como los empleados en las líneas de Frevent á Camaches y de Abancourt á Treport;

ó bien los con comunicación exterior como los coches usados por los señores Delahante y Desgrange; sistemas que permiten la venta de boletos hecha por los mismos conductores ó agentes de los trenes, etc., etc. Aconseja también la reducción del personal de las estaciones al mínimum posible, admitiendo cuando sea necesario que personas de la familia del jefe de estación, como su mujer ó hijos sean las que sirvan los telégrafos, etc. En una palabra, tratar de obtener una explotación la más económica posible, *la cual no se puede obtener si en la línea vecinal se quiere introducir una administración que sea copia en miniatura, de los sistemas de las grandes líneas*, sino con un sistema diferente de trenes ligeros y frecuentes, circulando muchas veces como ómnibus en correspondencia con las horas de trenes de las grandes líneas, deteniéndose en las diferentes localidades aún en las de pequeña importancia. *«En una palabra una diligencia con tracción á vapor, rodando sobre rieles puestos en cuanto sea posible paralelamente á los caminos*, completadas por pequeños modelos de wagones que puedan penetrar en los patios de los establecimientos, de los graneros, lecherías ó galpones, etc., agrícolas.» Las circunstancias locales, la frecuencia ó interrupción del tráfico según las temporadas, etc., deben, á más de las indicaciones dadas por el señor Nordling, guiar á los administradores de las líneas secundarias ó locales, para introducir en ellas todas las medidas conducentes á evitar gastos inútiles que no estén en relación con el tráfico de la línea.

3.—Las tarifas de estas líneas deben también ser estudiadas con relación á su tráfico. Como consecuencia de este hecho resulta muchas veces que su base kilométrica, tiene que ser superior á las de las grandes líneas, puesto que los gastos fijos, los gastos de carga y descarga, maniobras, etc., se reparten sobre un número mucho menor de *toneladas kilométricas*; sin embargo, bajo otro punto de vista, los administradores deben tratar de bajar los precios de transporte en cuanto les sea posible, sobre

todo para las mercaderías de poco precio, para atraerse dicho tráfico.

De aquí resulta que en algunas ocasiones, según las localidades, se encuentran tarifas especiales que favorecen los acarreos de ciertos artículos determinados, carbones o materias primas necesarias para las industrias. Solamente en el interés común está evitar que estas tarifas especiales sean exclusivas para establecimientos determinados y no del dominio público. Por lo demás, no se puede criticar como regla general, que estos ferrocarriles secundarios, fijen una clase de tarifas, un poco más alta que la de las grandes líneas, sobre todo para los artículos de lujo ó para los boletos ó bagajes de los pasajeros de primera clase y destinados á ciertos lugares de recreo, como establecimientos de baños, etc., y muchas veces pende de la prudencia de los administradores que han combinado bien sus tarifas, el conseguir el tráfico más remunerador posible, sin exagerar sus exigencias, ni haciendo sentir recargos onerosos á los viajeros que van á lugares de recreo, etc., etc.

Como se ve, el estudio de las tarifas de estas líneas demanda prudencia y conocimientos de las localidades, su tráfico probable, clase y carácter de este tráfico; fletes que se pagaban anteriormente por los acarreos por las vías carreteras, costo de los salarios, etc., etc. Y por último, estudiar, si vistas las condiciones locales y sus productos, hay lugar ó nó á la introducción de tarifas especiales de protección para ciertas mercaderías ó materias primas.

4.—Las líneas férreas pertenecen ó al Estado ó al Estado y las provincias que las subvencionan ó bien en parte al Estado ó á las provincias y en parte á las compañías constructoras ó bien á Sociedades por acciones ó en comandita, ó bien enteramente á Sociedades por acciones sin subvención ni protecciones del Estado ó de las Municipalidades ó bien enteramente á particulares.

Nadie pondrá en duda que las líneas del Estado ó en las cuales tiene parte el Estado ó las Municipalidades, son tratadas como vías del dominio público. Cuando las líneas reciben subvenciones fiscales ó municipales, estos poderes en cambio de esas sumas, exigen la intervención en sus tarifas, la vigilancia en la explotación, etc., etc., para nivelarlas con las vías del servicio público. No hay duda tampoco que una vía completamente industrial y de servicio privado, construída por un propietario ó por una sociedad privada, es exclusivamente del derecho privado y sus dueños son sus libres administradores. Pero queda la duda si una línea secundaria ó vecinal, que no sirve exclusivamente á una industria, sino á varias localidades y que se ha construído por una Sociedad privada ó por acciones; es del dominio de la economía pública ó privada. Bajo este punto de vista las opiniones de los economistas se encuentran en contradicción. Así los señores L. de Stein y Sax no trepidan en pronunciarse que en este caso las líneas, aunque tengan el nombre de ferrocarriles privados, deben ser consideradas como del dominio público.

El señor Sax dice á este respecto: "Se conoce poco este hecho, que la acción de la economía pública puede ejercer eficazmente por los órganos de la economía privada; cada uno de ellos concurre á su objeto en casos determinados si se les mira bajo el punto de vista exclusivamente económico. Los órganos privados de esta naturaleza, cesan de pertenecer á empresas puramente privadas y toman la manera de ser característica de los órganos de la economía pública; no se puede comprender su acción sino contándolas en el número de estas últimas. Ellas ejecutan por delegación una función de economía pública, al lado de las que ellas ejercen por sus propios órganos y aunque teniendo el aspecto de órgano de acción privada, ellas ejercen las voluntades de la acción pública y no se dejan dirigir por los puntos de vista de las primeras, sino en cuanto

ellas no se encuentran en oposición con las voluntades y el objeto que ellas tratan de obtener.»

«Nosotros llamamos las manifestaciones de esta naturaleza que encontramos en la vida económica, bajo el nombre de empresas reglamentadas por el Estado ó empresas públicas.»

«Nosotros las encontramos en nuestras vías sobre todo como sociedades por acciones.»

«Estas empresas son caracterizadas cuando se encuentran por lo siguiente: que el Estado impone á su comercio los límites y las reglas que exigen las consideraciones de la economía pública, por otra parte, en cuanto sea necesario, él las indemniza convenientemente por las veces que tienen que apartarse de las reglas de la economía privada.»

«Las principales circunstancias en las cuales se manifiesta este carácter de economía pública son:»

«1.º La constitución pública y legal de la Sociedad.»

«2.º La definición del establecimiento y la explotación según las necesidades de la comunidad.»

«3.º La obligación de efectuar públicamente las operaciones de transporte en las mismas condiciones para todo el mundo y en caso necesario la fijación de los precios según los puntos de vista indicados en N.º 2.»

«4.º Eventualmente una subvención tomada sobre los fondos públicos.»

5.—Parece que nada hubiera que agregar á las observaciones hechas por el señor Sax para manifestar el carácter de interés público que tienen estas empresas de ferrocarriles secundarios destinados á servir una comarca y no un simple establecimiento industrial. Y con tanto mayor razón, á mi juicio, deben considerarse en este carácter cuanto que la mayor parte de las veces sobre todo entre nosotros no se podrán establecer estas líneas sin recurrir á las expropiaciones de los terrenos necesarios para su traza, expropiaciones que no son concedidas por nuestro

Congreso, sino cuando la empresa tiene realmente un carácter público y no privado. O bien solicitar el permiso de usar muchas veces una zona determinada de las calzadas de los caminos que son del dominio público. Más aún, el hecho sólo de solicitar la expropiación de terrenos de particulares debe implicar, á mi juicio, el compromiso formal de la empresa que quiere construir la línea, *de servir á todos en las mismas condiciones*, pudiendo los pueblos servidos por la línea ó los particulares perseguir á estas empresas ante nuestros tribunales si por medio de contratos privados y ocultos dieran mayores facilidades de transporte á un productor sobre los otros, por cuanto matarían de hecho toda legítima concurrencia comercial viniendo en este caso la línea secundaria á colocar en odiosa inferioridad á los centros productores que no fueran del agrado de los administradores de la Sociedad que ha construído dicho ferrocarril.

6.—Sin embargo, hay contradictores de esta doctrina y entre ellos citaremos al señor Ulrich que dice lo siguiente: «Es absolutamente inexacto que estas empresas llamadas públicas» aunque tengan el aspecto de órganos de la economía privada ejecuten las voluntades de la acción pública y no se dejen dirigir por los puntos de vista de las primeras sino en cuanto ellas no están en contradicción con las voluntades y objetos que ellas tratan de obtener» (Sax). Es justamente lo contrario lo que tiene lugar (dice Ulrich) y las experiencias que se han hecho á este respecto en todos los países han demostrado de la manera más clara que estas empresas llamadas públicas no escuchan más que el interés particular de sus negocios y no persiguen el mismo objeto del interés general que en tanto y durante todo el tiempo que este punto de mira les sea favorable ó no les es contrario. Si este último caso se presentara, estas no se ocuparían más que de sus intereses y aún si se les han impuesto estas obligaciones limitativas favoreciendo el interés de la comunidad de que habla Sax, ellas no están sometidas ó las han esquivado

en cuanto ha sido posible, en cuanto á ellas les pueden ser perjudiciales. Sería bien raro, por lo demás, que sucediera lo contrario. Por cuanto estas empresas llamadas públicas son en sí sociedades de negocios de un carácter privado, y ellas no pierden su carácter por sus obligaciones para con el Estado, como otras sociedades igualmente sometidas á obligaciones para con la ley y la administración pública, como las explotaciones de minas ú otras industrias explotadas por acciones y de este mismo género.»

«Sería preciso que estas empresas llamadas públicas renegasen á su carácter de sociedades de negocios, si ellas operaran como Sax lo afirma. El egoísmo, el interés particular son como se sabe el sólo móvil, la ganancial es el objeto principal de las sociedades de negocios, sería preciso, por consiguiente, obligarlas á hacer alguna cosa si ella es perjudicial á sus intereses; ellas tratarán constantemente de librarse de las obligaciones que les hayan sido impuestas contra su voluntad. Es esto lo que la experiencia ha probado que los ferrocarriles privados satisfacen imperfectamente los intereses generales y mientras más estos intereses están en juego con el desarrollo de la *red de líneas* más se hace sentir la necesidad de retirar la dirección de estos ferrocarriles de las sociedades anónimas y confiarlas á verdaderos órganos de la economía pública.»

«Donde esto no se ha hecho en tiempo útil se han elevado continuos conflictos entre los intereses generales por una parte y las sociedades que poseen los medios de transporte por otra parte; estos conflictos se terminan generalmente con detrimento del interés general, en favor de los ferrocarriles privados que armados de la potencia del monopolio, saben encontrar los medios y los recursos para sustraerse de los pedidos de la comunidad, cuando ellos son contrarios á sus intereses propios.» «Se encuentran las pruebas en la historia de los ferrocarriles privados de todos los países.»

7.—No se pueden pintar con más precisión las consecuencias fatales que según el señor Ulrich, se encuentran comprobadas por la historia de todas las administraciones de las líneas locales, cuando ellas se encuentran en manos de sociedades privadas ó por acciones y no son consideradas como empresas públicas ó administradas por las Municipalidades ó el Estado.

Como hemos visto, el señor Ulrich no cree que las empresas de ferrocarriles vecinales, ejecutadas por particulares ó por sociedades anónimas ó por acciones, sean del dominio de la economía pública, por cuanto, aunque el Estado ó la comunidad haya puesto algunas restricciones á su negocio, se encuentran en las mismas condiciones que muchas otras sociedades que, teniendo aún restricciones legales, como las explotaciones de minas, no pueden considerarse como órganos de la economía pública.

Alega que como sociedad privada, su objeto es la ganancial y que si se trata de salir de estas reglas, ellas esquivan y evitan dar cumplimiento á toda prescripción que esté en contradicción con sus intereses. Es probable que estos sean los hechos; y no dudo que las administraciones de las compañías miren como primer interés la ganancial, para hacerse gratas ante los accionistas, cuyo único interés es también que se repartan los mejores dividendos posibles. Pero, á mi juicio, no porque ese sea el objeto principal de los administradores de las compañías de los ferrocarriles vecinales cuando ellos se construyen por sociedades por acciones, ó porque ellas traten de esquivar las restricciones que puedan tener en sus contratos en favor de la comunidad, no por eso digo, dichas compañías podrán jamás compararse con una compañía explotadora de una mina, de una fábrica de gas, ú otra cualquiera de las industrias privadas. Las compañías por acciones que explotan minas, no tienen más cortapisas legales, etc., *que las humanitarias*, es decir las relativas á dar seguridades á los obreros que ellas mismas ocupan para obtener

sus ganancias. Un establecimiento de minas bien administrado no necesita que los agentes de las autoridades les estén indicando las medidas de seguridad legales que ellas deben tomar para que dicha explotación sea permitida y considerada como no peligrosa para la vida de los operarios; por el contrario, generalmente su interés privado les hace rodearse de más precauciones de seguridad que las exigidas por la ley. Ahora, fuera de estas seguridades *humanitarias*, ¿qué cortapisas legales tiene una explotación de minas? ¿Se les prohíbe vender sus metales al precio que quieran ó á los clientes que quieran? Al contrario, sería ridículo entrar en semejantes asuntos, puesto que la competencia comercial, la ley de la oferta y de la demanda nivela, guía y cambia constantemente todos esos negocios, es decir, se rigen pura y exclusivamente por las reglas de la economía privada, sin que nadie tenga el derecho de quejarse ó de intervenir en ello. Otro tanto pasa con las demás empresas privadas, sean ó no constituídas por sociedades anónimas ó por acciones.

No pasa lo mismo con una compañía constructora de una línea vecinal ó secundaria. No sólo se le imponen las restricciones legales de la ley de *policía ó humanitarias*; no sólo tiene las prescripciones legales de la *seguridad pública*, sino que, no es libre en su negocio de acarreo, de rehusar la carga al cliente que no sea del agrado de los administradores, teniendo y encontrándose obligada á servir á todos; no es libre en *sus tarifas*, teniendo que ser iguales para todos los de la comunidad, por cuanto *sus fletes* no pueden fijarse por la ley de la oferta y de la demanda, no existiendo para ello la concurrencia comercial y habiendo necesitado para sus instalaciones el concurso decidido de dicha comunidad para hacer sus expropiaciones ó usar las calzadas de los caminos públicos. Y si estas empresas no pueden guiarse en sus especulaciones por las leyes comunes de la economía privada, ¿cómo no considerarlas como empresas públicas

realizadas por los órganos de la economía privada, como lo ha dicho Sax?

Supongamos una compañía por acciones, que tenga por objeto efectuar los acarreos entre los puntos A y B y hacer el servicio de pasajeros y mercaderías, sirviéndose de los caminos públicos y de vehículos adecuados á las circunstancias. Dicha compañía tiene naturalmente que sujetarse á todas las ordenanzas de policías locales de A y B y demás puntos que atraviesen sus diligencias, sus coches, carretas, etc., pagar las patentes del caso, tomar las medidas de seguridad que les sean impuestas por la comunidad, etc., y no por eso deben considerarse como empresas públicas, aunque su sociedad se encuentre constituida pública y legalmente. Estoy perfectamente de acuerdo con ello; pero empresas semejantes no han necesitado para su instalación recurrir á ningún poder público, sino pura y simplemente, procurarse los coches, carretas, cabalgaduras, etc., y pagar sus patentes y demás exigencias de las ordenanzas y de las leyes especiales del establecimiento de las sociedades anónimas, y mañana, otra sociedad puede hacer lo mismo y entrar en plena competencia con la anterior, y á pesar de ello, nada impide que cada particular y cada establecimiento industrial pueda procurarse sus elementos propios de acarreo y haga uso de los caminos, pagando también las patentes del caso y conformándose con todas las prescripciones de las ordenanzas de policía. Por consiguiente, las tarifas de estas empresas y sus negocios florecen y se guían según las leyes generales de la oferta y de la demanda; no hay ni puede haber monopolio en ellas, pero ¿sucede otro tanto con las líneas vecinales? No, y vamos á demostrarlo.

Un ferrocarril vecinal para el servicio de varias localidades ó de un valle lateral, tiene que principiar por dirigirse al *Soberano*, sea el Congreso en algunos casos, sea al Poder Ejecutivo en otros, ó por fin sean á las Municipalidades en los enteramente

locales, para obtener el permiso de su existencia. Sin el auxilio y la voluntad de las autoridades públicas, y por consiguiente, en este caso, de los órganos de la economía pública, ellas no existirían. Sin la declaración de utilidad pública ellas no podrían obtener un rasgo propio para su traza, por cuanto no se les acordarían las expropiaciones de los terrenos de los particulares, ni el uso de una zona de las calzadas de los caminos públicos que están bajo la custodia de la comunidad. Por consiguiente, aunque sociedades por acciones, ellas mismas solicitan de los órganos de la economía pública, *el ser declaradas empresas de utilidad pública*, ¿cómo podrían entonces ser consideradas como simples órganos de la economía privada? Van ellas tras del interés, y son movidas simplemente por el atractivo de la ganancial, evidente, ¿quién querría invertir sus capitales en empresas improductivas? Nadie, sino cuando declaradas empresas públicas son en estos casos debidamente subvencionadas por los fondos de la comunidad. Pero no pongamos el caso de la subvención, pongámonos simplemente en el caso de una empresa que sea remunerada por sí misma, ¿habría podido la sociedad anónima invertir sus fondos en esta empresa de la construcción de una línea secundaria sin el auxilio de la comunidad y sin la declaración de utilidad pública? Evidentemente que no, puesto que el establecimiento de una de estas líneas en un valle dado, equivale enteramente á un monopolio. ¿Habría otra empresa que quisiera hacer los mismos servicios en competencia con una ya establecida? Y en caso que se estableciera, ¿no marcharían las dos á su misma ruina si se guiaran por las leyes de la oferta y de la demanda, como ha pasado cuando se han establecido dos ferrocarriles sirviendo las mismas localidades y han concluido finalmente por ponerse de acuerdo las empresas y hacer más duro el monopolio, puesto que, siendo el acarreo el mismo, tiene que *dejar ganancial para dos*, cuando al principio sólo se

necesitaba la *ganancial para una sola de ellas*? ¿No nos prueban estos hechos la historia de los ferrocarriles?

Si en sí la instalación de un ferrocarril vecinal implica un monopolio que no puede obtenerse sino con la sanción de las autoridades soberanas, y por consiguiente de los órganos de la economía pública ¿cómo podríamos considerarlos como simples empresas privadas y órganos de la economía privada? Si para su instalación necesitan casi siempre el despojo forzoso ó la expropiación de los terrenos particulares ó de cierta zona de los caminos públicos; ¿cómo podríamos alegar que son órganos de la economía privada? ¿Con qué derecho reclamarían entónces la protección del Soberano para tomar á otros los terrenos que ellas necesitan ó privar al público de una zona de sus caminos?

8.—De lo anterior se desprende que como lo dice muy bien Ulrich, estas líneas deberían ser siempre construidas por los órganos de la economía pública, por el poder Ejecutivo ó sus agentes; pero desgraciadamente no siempre es posible, sobre todo en los primeros momentos de estas instalaciones ó en países nuevos cuyos recursos son aún escasos. Así como los órganos de la economía pública no poseen siempre los recursos necesarios para procurarse muchas instalaciones nuevas necesarias para sus servicios y sólo con el tiempo y á medida que los fondos públicos lo permiten se van ellos adquiriendo; y mientras tanto se gastan sumas de los fondos de la comunidad en buscar los medios de subsanar estas dificultades, otro tanto pasa con los ferrocarriles vecinales cuando la comunidad no tiene recursos con que ejecutarlos por sí misma y su necesidad se hace sentir para el progreso de la industria y del comercio, hay que recurrir á arbitrios como pagar subvenciones, etc., ó dejar que los órganos de la economía privada encuentren en esas empresas una colocación desahogada y honrada de sus capitales.

No vemos constantemente entre nosotros instaladas nuestras Intendencias, Liceos, Escuelas, Administraciones de Correos,

Juzgados, etc., en edificios particulares, por cuanto la comunidad no ha tenido aún los recursos suficientes para procurarse edificios propios y adecuados á las circunstancias? Se podría decir por ello que las autoridades hacen mal en pagar á particulares los arriendos de dichos edificios, y por consiguiente, gastar sumas, no en la cosa misma, sino en un paliativo, en buscar un medio de hacer el servicio mientras tiene recursos para procurarse las instalaciones necesarias. Se toleraría que la comunidad cerrara un Liceo en una provincia por no gastar de fondos de la comunidad una cierta suma en provecho de un particular á quien tiene que arrendársele una casa.

Algo parecido, si así puede decirse, para con la construcción de los ferrocarriles vecinales y aún de ciertas líneas de un carácter aún casi general. Si la comunidad no tiene por el momento fondos propios para su construcción ¿no permitirá que lo construya una empresa particular ó por acciones? ¿No podrá considerarse como una indemnización de sus desembolsos la ganancial ó interés que estas sociedades legítima y honradamente puedan sacar de la explotación de la línea, y si ello no fuera suficiente, una garantía fiscal ó municipal ó una subvención fija? Así como la suma que se paga de arriendo á un propietario á quien el servicio de la comunidad le ocupa una de sus casas, ¿es una indemnización por privarlo del libre uso de ella? La empresa privada entra entonces como dice Sax, como *mandataria de los órganos de la economía pública*, y en tal carácter sólo se le pueden conceder los derechos de expropiación, etc., y dicha empresa, aunque sea constituida y administrada como sociedad privada, es una empresa de economía pública y de carácter público.

El papel de los órganos públicos no es, pues, privarles del derecho de sacar gananciales, ó criticarles que legítimamente las saquen, puesto que ellas son las remuneraciones de los capitales invertidos en la construcción, capitales que, perteneciendo á la

economía privada, pasan á prestar servicios á la economía pública. El papel, pues, del *Soberano*, sea el Congreso, sea el Ejecutivo, ó sean las Municipalidades que autorizan las construcciones de los ferrocarriles secundarios ó vecinales, no teniendo ellas fondos con que ejecutarlos por sí mismas, es de vigilar, tomar precauciones para que estas legítimas ganancias de los capitales privados, que vienen en ayuda de una empresa pública, no lleguen á la usura. Para ello, vemos que el Parlamento inglés tiene siempre la precaución de fijar un límite superior á las tarifas, imponiendo la obligación de ser generales y públicas, es decir, no existiendo favores en provecho de particulares, y se evite así la legítima competencia comercial é industrial. Más aún, en la mayor parte de los casos no sólo se fija un máximo á las tarifas, sino que se estipula en la ley que autoriza la construcción del ferrocarril, que si las ganancias de dicha línea son superiores á un 6, 8 ó 10% según los casos, la base de las tarifas vigentes debe ser disminuída en el acto. De esa manera se nivela la ganancial y se impide la usura.

9.—El señor Ulrich alega que las sociedades por acciones esquivan todas estas cortapisas que perjudican sus intereses y sus ganancias: no hay que dudarlo, que prácticamente las administraciones de dichas líneas harán lo posible por obtener la mayor ganancial, y si hasta la fecha ha resultado que con arreglos convenientes de sus cuentas ú otros recursos, han ocultado sus verdaderas ganancias, como ha sucedido en Inglaterra, para no tener que reducir sus tarifas, eso no prueba á mi juicio que el sistema en realidad sea malo, sino que las medidas de vigilancia aprobadas por el Parlamento para efectuar estas vigilancias y controlar la marcha del negociado, han sido deficientes y defectuosas. Toca, pues, á los hombres de Estado, á las comisiones de los Parlamentos, estudiar detenidamente los medios de hacer efectivas las prescripciones que ellos mismos han impuesto á los constructores en provecho de la comunidad, es-

tudiando é imponiéndoles á las compañías una vigilancia enérgica á la vez que honrada, puesto que en realidad no se trata de herirlas en sus legítimos intereses, sino en que ellos no se conviertan en usura.

Para evitar consecuencias fatales, que pueden venir más tarde con el desarrollo é importancia que puedan tomar estas líneas, y evitar los conflictos ó luchas entre los intereses privados y el interés público, de los cuales nos ha hablado el señor Ulrich, el Soberano, al conceder el derecho de construcción de las líneas, debe reservarse siempre la facultad de poderla comprar para la comunidad en períodos determinados ó en condiciones determinadas y equitativas para ambos contratantes.

10.—Si el tráfico probable de una línea secundaria que se trata de construir, no es suficiente para asegurar una remuneración holgada á los capitales que se van á invertir en la construcción, evidentemente que en tal caso los capitales privados ó los órganos de la economía privada no están dispuestos á venir en ayuda de los órganos de la economía pública. De ahí la necesidad en estas ocasiones de garantizar un interés ó de las subvenciones con los fondos de la comunidad, lo que pone más de relieve, si se puede decir así, el carácter público de estas empresas.

Queda ahora por estudiar, según los ejemplos que nos da la historia de los ferrocarriles ya construídos, lo que prácticamente se ha conseguido y las consecuencias de dichas subvenciones ó garantías de intereses á compañías de esta naturaleza.

A este respecto, la historia nos ha manifestado que casi siempre las desventajas son para la comunidad, lo que por otra parte no es difícil calcularlo.

Supongamos una línea, que según los estudios hechos de sus ante-proyectos, tráfico probable, etc., á la cual se le aplicarían tarifas máximas, en relación con los jornales, costo de los acarreos por las vías carreteras existentes, etc., y que en estas condicio-

nes sólo pueda contar con una ganancial de 3% sobre los capitales que se invertirán. Entre nosotros, dada esta cifra para los intereses probables, los órganos de la economía privada no prestarán su ayuda á los órganos de la economía pública, puesto que en negociaciones menos complicadas y más independientes, se procuran sin dificultad un 6% de ganancial. Pero como las construcciones de estas líneas pueden imponerse como una necesidad de carácter público para fomentar el desarrollo de la agricultura y de la industria de una provincia ó de toda una comarca, la comunidad se resuelve, á falta de fondos propios para emprender directamente su construcción, á garantizar el 6% de los capitales de la construcción. No tomaremos en cuenta el caso de la subvención fija, por cuanto, como es lógico suponerlo, es el mismo anterior bajo otra forma; la subvención, en el caso que tratamos, no podría ser menor que el 3% que falta para que los capitales tengan su ganancial ordinario, sin eso, los órganos de la economía privada, si no se encuentran estimulados por otras combinaciones, no entrarían á concurrir ó ayudar á los órganos de la economía pública. La subvención es más dudosa como garantía y puede ser más onerosa para la comunidad, cuando el progreso natural del tráfico de la línea principie á aumentar su interés, y ésta á producir un 3½ ó un 4%, á no ser que la subvención siga una escala ascendente á medida que las entradas de la línea sigan una escala ascendente; lo que á fin de cuentas vale tanto como garantizar un tanto por ciento fijo á los capitales de la construcción, teniendo la ventaja esta última forma de garantías de ser más correcta y más lógica.

La práctica ha demostrado en estos casos que, contando las administraciones con la *seguridad* de tener siempre un interés fijo y remunerador para las acciones emitidas ó capitales invertidos, no tienen por su parte el menor estímulo, ni para mejorar la línea ni para buscar los medios de aumentar su tráfico. Toda innovación será mirada con recelo, puesto que si no es bien com-

binada ó no es bien atendida, podrá ocasionarles una situación más desventajosa que la que holgadamente se procuran con la subvención ó garantía de intereses. Por el contrario, tratarán siempre de hacer un servicio regular y conforme con las estipulaciones reglamentarias del caso, siendo el más simple posible, el menos molesto para la administración *sin preocuparse en lo menor de lo que este servicio pueda producir*, puesto que, aunque sea el 2, el 2½ ó el 3% previsto, ellos tienen la seguridad de repartir regularmente sus dividendos de 6%. No habiendo estímulo para mejorar la explotación, las administraciones de las líneas secundarias permanecen indiferentes ante las mejoras que se puedan introducir, y lógica y naturalmente, esas líneas estando mal administradas son onerosas para la comunidad, puesto que con los mismos elementos pueden ser mejor servidas y las sumas que la misma comunidad invierte en garantir intereses ó en subvenciones vienen siendo también un gravamen ó un censo fijo para las rentas comunales o fiscales.

Esos son los resultados que nos apunta la historia de las líneas subvencionadas. Ahora, si ellas á la vuelta de un cierto número de años, deben pasar á ser propiedad de la comunidad, los hechos tienen á veces peores consecuencias; las administraciones en este caso, esquivan las renovaciones de la vía y del material rodante, descuidan los edificios, etc., etc., y cuando la línea pasa á la comunidad, para que ella pueda hacer un servicio regular, se necesita hacer desembolsos de alguna consideración para repararla y obtener el equipo adecuado.

En vista de estos hechos, la subvención ó la garantía de intereses de los capitales invertidos en la construcción de las líneas no es la solución que prácticamente conviene á la comunidad. ¿Quiere decir esto que estas líneas están condenadas á no ejecutarse sino cuando los fondos de la comunidad son tales que permitan hacer frente á la totalidad de los gastos de construcción? Nó, solo quiere decir que la práctica ha demostrado que

la combinación anterior, para hacer entrar en juego los órganos de la economía privada en favor de la economía pública, no es ventajosa, por cuanto mata todo estímulo á las administraciones de las líneas secundarias.

11.—La Bélgica para la construcción de casi todas sus líneas ha escogido otro arbitrio y la práctica lo ha sancionado por completo con el éxito.

Tomemos el mismo caso anterior de una línea cuyas ganancias calculadas sólo se avalúan en un 3% de los capitales necesarios: el interés corriente en Bélgica cuando se construyeron las líneas era el 4%, por consiguiente, para atraer los capitales privados en favor de estas empresas había sido necesario una subvención por lo menos de un uno por ciento ó una garantía de intereses de 4%. Las comunas ó el Estado, en virtud de autorizaciones especiales del Parlamento, emitieron bonos del 4½ por ciento y á veces el 5% de interés; ó más bien dicho, del 4 por ciento con un ½ á un 1 por ciento de amortización anual. Estos bonos fueron emitidos, no por todo el valor de la obra, de una sola vez, sino por porciones á medida que los trabajos avanzaban y naturalmente se colocaban á la par ó con premio en el mercado, y todas las reservas de la economía privada se apresuraban á tomarlos, porque sus tipos fueron puestos al alcance de los más humildes y se emitieron bonos hasta por valor de 10 francos, de modo que estuvieran al alcance hasta de los obreros. Se han construído, pues, esas líneas con las economías privadas en su extensión más lata, y los órganos de la economía pública, si bien tuvieron en los primeros momentos de la explotación y durante la construcción, que soportar los desembolsos de los fondos necesarios para atender casi íntegramente á los intereses y amortizaciones que habían garantido; en cambio teniendo las líneas enteramente administradas por el Estado, estas administraciones no podían menos que tener el mayor estímulo en hacerlas producir y favorecer su tráfico por cuantas

maneras fuera posible para obtener así la mayor ganancial, y tratar por consiguiente que sus entradas propias pudieran cubrir los intereses y amortizaciones de los bonos emitidos para las construcciones. El éxito las ha favorecido, y á la fecha más de la mitad de las líneas belgas han amortizado sus capitales y son verdaderas riquezas de la comunidad.

Este es el camino lógico y natural. Si el Estado ó la comunidad ha menester subvencionar ó garantizar capitales para la construcción de empresas de carácter público ¿por qué entregar su construcción y su administración á manos de una sociedad anónima, sea por acciones ó nó, ó á manos de una sociedad particular ó privada y no las construye y las administra el mismo *que es el socio garantizador?*

Tal es, á mi juicio también, el camino práctico para la construcción de nuestra red de ferrocarriles secundarios ó vecinales, y con mayor razón si ellos son bastante remuneradores por su propio tráfico, de tal manera que una sociedad privada quiera hacerse cargo de su construcción sin garantía y sin subvención, puesto que, en un caso semejante, la comunidad ó el Estado pueden estar seguros que la emisión de bonos con el interés corriente no implicará el menor gravamen á los fondos de la comunidad.

Continuará.
