

relativos a la Física de la Naturaleza; la cultura general y las ciencias sociales podrían también escalonarse, empezando desde el primer año por la Historia del Arte y continuando en los siguientes con la Economía y elementos de Derecho, el Derecho administrativo, la Contabilidad y la Estadística, la Organización de empresas, el aprovechamiento de conjunto de los recursos naturales y la teoría e historia de las obras públicas.

Las asignaturas de inmediata aplicación, todas o por lo menos algunas de ellas, podrán prestarse a un fraccionamiento análogo, y su estudio convendría desde luego adelantarlos hasta el primer año, con la exposición de los procedimientos generales de construcción y los elementos de la Topografía. La práctica del dibujo debería continuar hasta que el alumno se encontrara ya en condiciones de aplicarlo en proyectos de elementos, en el de obras especiales y más tarde en el proyecto de conjunto. Los idiomas seguirían cultivándose, cada vez con un mayor designio de especialización técnica.

De este modo el alumno mantendría en actividad todas sus aptitudes, se acostumaría a las visiones de conjunto y tendría constantemente presentes los tres escenarios en que se ha de desarrollar su actividad profesional: el campo, el laboratorio y el gabinete. A su vez, los profesores podrían prolongar por más tiempo su trato con los alumnos, conociéndolos mejor y proporcionando con ello una mayor garantía a las clasificaciones finales.

Y claro que con estos ejemplos e ideas generales no pretendí formular un programa, que tendría que ser obra de todos y desarrollarse en forma gradual y paulatina y en cierto modo experimental. No concedo, por consiguiente, valor al detalle, pero sí muy grande a la orientación, que considero fundamental,

sobre todo porque la edad del alumno es todavía la edad de la fijación del carácter, fluctuante aún, y sobre el cual tienen principal influencia las impresiones más próximas.

Por las mismas razones, no he de detallar cuáles hubieran de ser las materias que pudieran completar la educación técnica elemental o subordinada de los candidatos que no fueran admitidos a los cursos superiores: la orientación debería ser la misma, con la sola diferencia de la extensión, que podría ser análoga a la de la enseñanza de la clausurada Escuela de Ayudantes.

Hablaba también el Sr. Rodríguez de Roda de los ingenieros doctores; pero este título debe corresponder, en mi opinión, a otro orden de consideraciones: no debe tener relación directa ninguna con funciones administrativas ni con aptitudes profesionales, sino un valor puramente científico, y tampoco debe ser otorgado mediante la aprobación de determinadas asignaturas, sino por trabajos de investigación original, naturalmente, juzgados por tribunal competente.

Esto no quiere decir que no pueda haber también cursos monográficos o de especialización; pero bien entendido que estos cursos no deben dar derecho a ninguna clase de exclusividad profesional, aunque puedan ser una recomendación libremente apreciada de competencia especial en la materia, cuando otras obras o servicios del mismo ingeniero no permitieran juzgar con más seguridad de esa competencia. La especialización verdadera ha de ser obra exclusivamente personal, y en Ingeniería no podrá alcanzarse sólo con el estudio.

Para completar el plan que para estos artículos me había propuesto, falta decir algunas palabras sobre la formación de los auxiliares. Quede esto para otro artículo.

Pedro M. GONZÁLEZ QUIJANO.

## La explotación ferroviaria y la electrificación de ferrocarriles

### II

#### Dinámica de los Gastos de Explotación de un ferrocarril explotado por vapor. — Influencia de la electrificación

En el artículo anterior<sup>1</sup> comenzamos a analizar la estructura de los gastos de explotación de un ferrocarril, viendo que siguiendo los principios de la nueva ciencia de los gastos industriales llegábamos a estas consecuencias: a) todo gasto de explotación considerado en sí mismo no tiene valor científico alguno, sino considerado en relación con un grado de actividad variable; b) este grado de actividad, para el caso que nos ocupa, es la tonelada-kilómetro bruta transportada; c) con relación al grado de actividad, los gastos de explotación de un ferrocarril se agrupan unos con el carácter de constancia, otros con el carácter de variabilidad; d) la proporción de los elementos constantes es superior a los elementos variables (61 por 100 y 39 por 100 para la Com-

pañía del Norte, promedio estimativo del período 1923-1927). Bien que los gastos constantes figuran en mayor proporción de los totales de explotación que los variables, la naturaleza del conjunto es dinámica, no estática, pues, como se verá pronto, los gastos unitarios de producción son función del grado de actividad. El estudio gráfico que sigue y las consecuencias que de él se obtendrán pondrán de manifiesto hasta qué punto es fundamental esta característica de las explotaciones ferroviarias.

Tomando como eje de abscisas el grado de actividad en miles de millones de toneladas-kilómetro brutas, y como eje de ordenadas los Gastos de Explotación en millones de pesetas, podemos representar los distintos Gastos de Explotación. Para mayor sencillez, suponemos que la ley de su variación es totalmente lineal, aunque ello no sea así en la práctica, y las rectas que aparecen en la representación gráfica sean curvas. Para un grado de actividad cero existirán, no obstante, los gastos constantes con relación a él. Así: Administración y Dirección, Reclamaciones, Intervención, Tráfico, en su totali-

<sup>1</sup> Véase el número anterior, pág. 408.

dad, y parte de los restantes<sup>1</sup>; Vías y Obras, Explotación, Material y Tracción. A medida que el grado de actividad aumente, los valores de los elementos variables se separan de la zona de constancia anterior—zona limitada por una recta paralela al eje de las abscisas—, formando la curva de variabilidad de los Gastos totales de Explotación. Así, gráfico número 1, tomemos el ejercicio de la Compañía del Norte, año 1927, antes analizado. El grado de actividad vendrá representado por el núm. 3,6, y la

esta denominación porque en realidad, y ateniéndonos al carácter y a la estructura de los gastos de explotación de un ferrocarril encontrados anteriormente, existe un tráfico para el cual el rendimiento de la Explotación es máximo-económico. Si la denominación y concepto del coeficiente de explotación tuviera verdadero valor en los estudios modernos de explotaciones ferroviarias—que, como se verá después, es bien pequeño—, pudiéramos decir que para dicho punto máximo-económico el coeficiente de explotación tendría también su mayor valor.

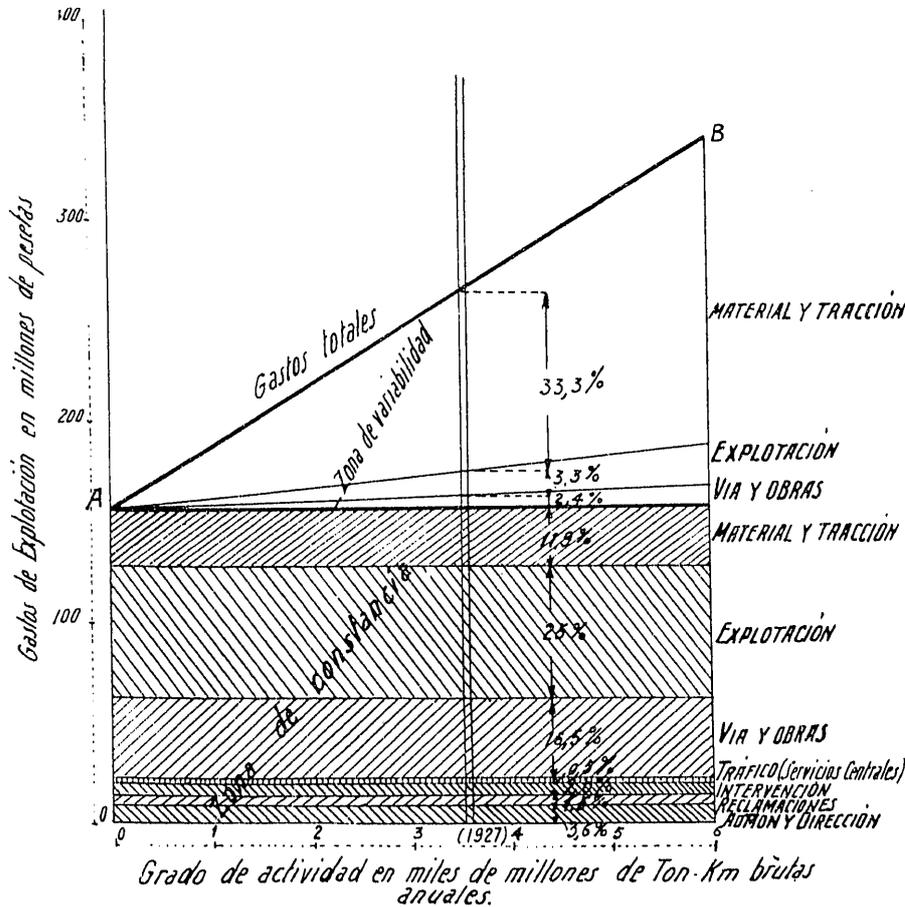


Gráfico núm. 1.—Compañía del Norte: Representación de la dinámica de los Gastos de Explotación, tomando por base el ejercicio de 1927

ordenada correspondiente nos irá dando los puntos que unidos al A representarán las líneas de variación de los gastos, determinando a su vez la zona de variabilidad total. Hemos tomado para cada gasto la proporción obtenida en el cuadro antes dicho

La recta así determinada A-B—curva en realidad—nos expresa la ley de variación de los gastos de Explotación de un ferrocarril en función del grado de actividad. La naturaleza, por tanto, de los Gastos totales de Explotación es dinámica, no estática. Es decir, crece en relación con el aumento del tonelaje transportado, varía con las variaciones que sufren las características fundamentales de la explotación ferroviaria. Determinar el alcance de la condición hallada, de carácter simple en apariencia, pero compleja y trascendente en el fondo, es el objeto de toda la nueva ciencia de los gastos industriales aplicada a la explotación ferroviaria. Las cuestiones principales, en orden a la consecuencia anterior, pueden agruparse del modo siguiente:

1.ª CUESTIÓN.—Determinación del tráfico mínimo-económico de una explotación ferroviaria.—Propongo

dando así determinado el punto de máxima conveniencia económica a que antes nos hemos referido. Esta máxima economía coincidirá con el mínimo de gasto que producen los elementos variables para un tráfico creciente.

La determinación analítica no es posible. Siendo la curva de gastos compleja, aunque la hayamos supuesto lineal para simplificar, la expresión analítica de la curva de gastos totales sería de la forma

$$y = a + f(x)$$

en que *a* representa los elementos constantes y *f(x)* los elementos variables; es decir, una función de los Gastos de Material y Tracción, de Explotación y de Vía y Obras, función que no es conocida algebricamente. Forzosamente, pues, para la determinación que buscamos hay que seguir otros procedimientos bien apartados de rigor matemático, mas no por ello, a nuestro juicio, menos interesantes:

a) Determinación por vía de gastos.—Del examen del gráfico núm. 1 se deduce que si se consiguen reducir los gastos variables con el grado de actividad, compuestos en su mayor parte por Material y

<sup>1</sup> Véase el cuadro, pág. 412, del artículo anterior citado.

Tracción, Explotación y Vía y Obras, para un mismo gasto total se obtendrá distinto tráfico mínimo-económico. Supongamos diversas reducciones de estos gastos variables, obtenidas por economías en los Gastos de Explotación, gráfico núm. 2. Para el mismo gasto de explotación de 1927, 251 millones de pesetas, se obtienen los valores de 3,6, 4,4, 5,65, etc., miles de millones de toneladas-kilómetro brutas anuales, posiciones I, II, III, etc. Si fuera posible ir reduciendo los gastos variables con el grado de actividad,

técnica pueden sumarse los medios extraordinarios, tipo de los cuales pueden ser las electrificaciones y la adopción de locomotoras de vapor de carbón pulverizado. Pero la adopción de la tracción eléctrica —circunscribiendo el examen a este tipo de medios— trae consigo nuevos gastos, más que de explotación propia, de primer establecimiento, por pequeña que sea la longitud de la línea a electrificar. Estos nuevos gastos alterarán la composición de la curva del gráfico núm. 1, obteniendo el punto  $S'$ , y nos encontramos en el caso de aplicar a esta nueva curva todas las conclusiones encontradas y por encontrar en el curso de este estudio. De todos modos, por la importancia que entraña la electrificación de un ferrocarril sobre sus Gastos de Tracción, es preciso analizar la influencia sobre el conjunto de gastos, comparando, según los principios de la ciencia de los gastos industriales, los dos sistemas de tracción <sup>1</sup>.

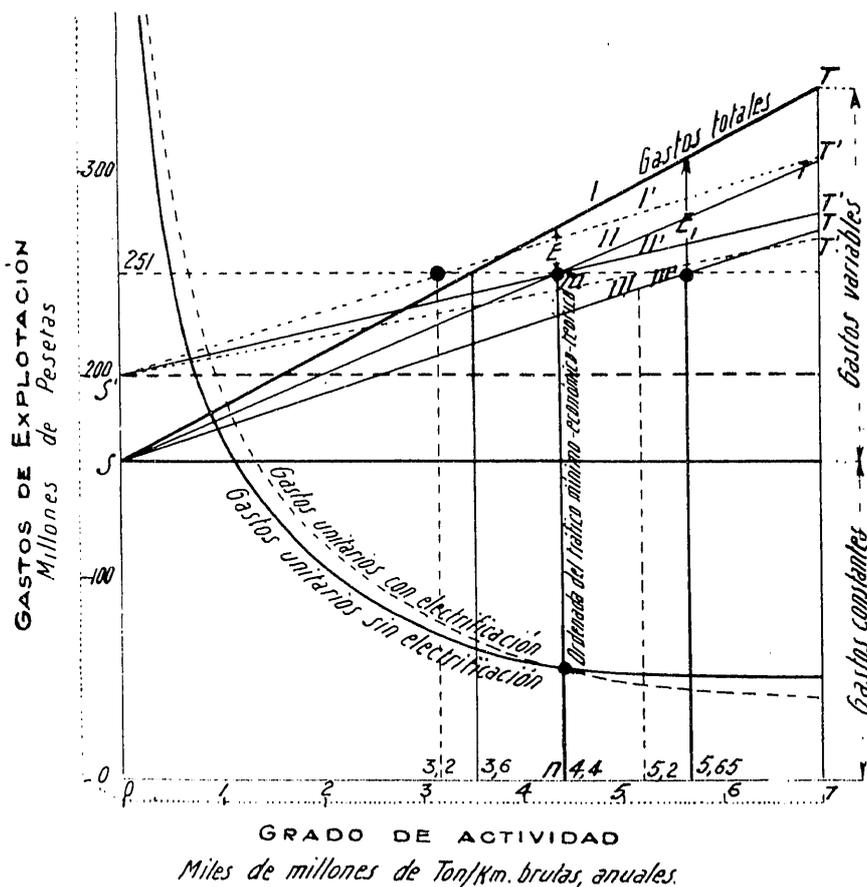


Gráfico núm. 2.—Compañía del Norte: Ejercicio de 1927. Hipótesis de las variaciones en los gastos y en el tráfico correspondiente.—Tráfico en 1927, 3,6. Tráfico mínimo-económico (en hipótesis), 4,4

el tráfico correspondiente iría aumentando. El tráfico mínimo-económico teóricamente corresponde, pues, a un valor nulo de los gastos variables. Pero las reducciones en éstos, por grandes que sean, no anulan nunca la parte variable de los gastos. El valor, por tanto, del tráfico mínimo-económico queda indeterminado, aunque se sabe que se tiende hacia él cuando se hacen economías en los Gastos de Explotación variables con el tráfico. Si en el caso estudiado de la Compañía del Norte, y en virtud de la modificación de ciertas condiciones de su explotación, se llegara a una economía de 21,5 millones de pesetas, el tráfico pudiera haber pasado para la misma cuantía en los gastos de 3,6 a 4,4 miles de millones de toneladas-kilómetro brutas anuales; como antes se ha dicho, con el consiguiente aumento en los ingresos. Pero, ¿esta economía es factible? ¿Puede alcanzarse esta economía sólo por una depuración de los Gastos de Explotación? A los medios ordinarios de encontrar economías en los gastos por la aplicación de los más modernos adelantos de la

Volviendo a nuestro objeto, de terminación del tráfico mínimo-económico, vemos que se tiende hacia él por la vía de gastos de dos maneras diferentes: 1.º, por la adopción de medios ordinarios: mayor interés del personal ferroviario por primas, vigilancia, métodos de trabajo, etc.; mejor aprovechamiento del material, talleres, etc., todo resumido en una economía de los Gastos de Explotación, posiciones I, II, III, etcétera, y 2.º, por la implantación de medios de carácter extraordinario, por ejemplo, electrificación parcial o total de sus redes, posiciones I', II', III', etc. En el primer caso subsisten las características de la explotación, llegando a encontrar un límite inferior del tráfico de máxima conveniencia económica. Este límite inferior viene condicionado

para el caso primero a que por la implantación de las medidas señaladas no se altere la composición de la curva de gastos del gráfico núm. 1; es decir, la proporción de los elementos fijos y variables en los Gastos totales de la Explotación. Supongamos sea  $E$  la economía y 4,4 el tráfico que responde a estas condiciones. Esta economía,  $E$ , también podemos llegar a obtenerla por la adopción, según se ha dicho, de medidas extraordinarias, punto  $S'$ . Determinemos ahora la curva de gastos totales después de electrificada la porción de la red que otros estudios habrán fijado, y de adoptadas e implantadas estas demás medidas del segundo grupo. La curva  $ST$  habrá venido a ser  $S'T'$ , y tomará una de estas tres posiciones: cortará a la ordenada del tráfico 4,4 por encima de  $m$  por  $m$  o por bajo de  $m$ , o sea: I', II'', III'''. Para la primera posición y para el tráfico 4,4 los gastos de explotación son mayores que  $mn$  (251 millones) y la explotación no es conve-

Esto será objeto de un artículo posterior.

niente. Para la segunda, los gastos son iguales en ambos casos, *siendo el punto m el límite inferior* (posición II') *de conveniencia económica de una electrificación*<sup>1</sup> para el tráfico dado de 4,4 miles de millones de toneladas-kilómetro brutas anuales. Por último, la tercera posición nos dice que para el mismo gasto (251 millones) de explotación se alcanzaría un tráfico de 5,2 miles de millones de toneladas-kilómetro brutas anuales. Nos encontramos, pues, en el caso en que los mismos Gastos de Explotación permiten un mayor tráfico, tendiendo, por tanto, hacia el tráfico mínimo-económico y, por tanto, al máximo rendimiento económico de la Explotación.

Ahora bien, esto supone que el tráfico puede aumentar. Pero, como dijimos antes, no está en la mano de las Compañías aumentar el tráfico a su voluntad, por lo menos sin variar las tarifas. Esto significa que el tráfico mínimo-económico de una explotación ferroviaria no es solamente función de las economías en los Gastos de Explotación—determinación por vía de gastos—, sino también de las tarifas, que por sus variaciones permitan un incremento del tráfico—determinación por vía de ingresos—, que en seguida examinaremos. El conjunto de los dos métodos dará, con la mayor aproximación, el tráfico mínimo-económico.

b) *Determinación por vía de ingresos.*—El desarrollo del segundo procedimiento exige el estudio teórico de la fijación de las tarifas, entiéndase bien que dentro de las características de este trabajo, y lo haremos en un próximo artículo, señalando antes algunas otras cuestiones de interés relacionadas con el estudio hecho anteriormente sobre la estructura de los Gastos de Explotación y, por tanto, con la mayor economía de las explotaciones ferroviarias.

Ambos métodos de aproximación al tráfico que produce el mayor rendimiento económico se complementan. El tráfico, en efecto, debe aumentarse hasta donde las economías a que antes hemos aludido lo permitan: depuración de los gastos, electrificaciones, métodos de trabajo, etc., medidas de orden distinto que conducen a la obtención de la economía *E* supuesta. Sea 4,4 del gráfico núm. 2. Pero este tráfico, que no produciría mayores Gastos de Explotación, no puede a veces conseguirse más que reduciendo las tarifas, siendo necesario estudiar para ello las bases de tarificación. Entre los recursos

<sup>1</sup> Reduciendo el 2.º grupo solamente a electrificar las líneas que otros estudios hayan clasificado como electrificables (véase nuestra serie de artículos citada). Sobre este método de comprobación de la conveniencia económica de una electrificación insistiremos después.

principales—en España sobre todo—para disminuir las bases de percepción está la electrificación de líneas, que, como antes se dijo, será objeto de otro artículo posterior. Tal es el concepto de la determinación del tráfico mínimo-económico de una explotación ferroviaria.

2.ª CUESTIÓN.—*Límites en la aplicación de las curvas de gastos totales.*—Las consecuencias que puedan derivarse del examen atento de la curva de gastos totales son exactas mientras las economías que se introduzcan en los Gastos de Explotación no alteren para cada ferrocarril estudiado la proporción entre los elementos fijos y variables con relación al tráfico. Por ello, al buscar la influencia que determina la electrificación, ha sido preciso construir la curva de gastos correspondiente, *S'T'*, distinta en su composición de la curva de gastos de un ferrocarril explotado a vapor. A este efecto, A. Walther distingue entre gastos de preparación y de producción, pero juzgamos esta distinción innecesaria, pues lo único que interesa y a lo que hay que atenerse es a la variación de la curva total.

3.ª CUESTIÓN.—El tráfico mínimo-económico no excluye la existencia de tráficos superiores también mínimos-económicos. El concepto que aquí damos al tráfico mínimo-económico está ligado a las economías que pueden introducirse en una explotación por la adopción de las dos clases de medidas enumeradas. En una palabra, a cada serie de economías corresponde un tráfico, que es en cada caso el mínimo-económico. Las explotaciones ferroviarias deben conducirse a estos puntos en que se producen los tráficos considerados por medio—repetimos—de estos tres caminos: simples economías, adopción de medios perfeccionados de explotación (electrificaciones, etc.) y reducción de las bases de percepción de las tarifas.

4.ª CUESTIÓN.—*Gastos unitarios de producción.*—Las curvas de gastos unitarios—gráfico núm. 2—obtenidas para las posiciones II y II' de la curva de gastos totales muestran que los primeros son función del grado de actividad, y, por tanto, son de naturaleza dinámica, no estática. Disminuyen a medida que el grado de actividad crece, aunque a partir de la ordenada del tráfico mínimo-económico los gastos unitarios de una explotación eléctrica son inferiores a los de una explotación por vapor. Insistiremos en esta cualidad en el artículo siguiente, en que compararemos ambos sistemas de tracción desde el punto de vista de las economías que se introducen en una explotación con la adopción de la tracción eléctrica.

Francisco JIMÉNEZ ONTIVEROS  
Ingeniero de Caminos

## La actual legislación sanitaria y sus modificaciones convenientes<sup>1</sup>

### II

#### Materiales

Para que un alcantarillado evite la contaminación del aire y subsuelo es indispensable que aisle las sustancias residuales, y para ello precisa que sea

impermeable incluso en las condiciones más desfavorables en que pueda encontrarse. Es tan importante este punto, que de él puede depender toda la eficacia de la obra, y debe exigirse en las canalizaciones domésticas, por lo menos con el mismo rigor que en las públicas, puesto que en las habitaciones pasa el hombre quizá tanto tiempo como en la calle. El aire de las alcantarillas se impurifica de dos ma-

<sup>1</sup> Véase la REVISTA de 15 de octubre último, pág. 390.