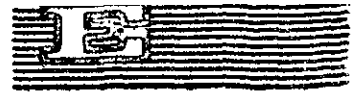


BIBLIOTECA

PROPIEDAD DE
LA BIBLIOTECA



NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



C.1

LIMITADO
ST/ECLA/Conf.33/L.13
Noviembre de 1968
ORIGINAL: ESPAÑOL

SEMINARIO SOBRE ESTADISTICA, CONTABILIDAD
Y COSTOS DE EMPRESAS FERROVIARIAS

Organizado por las Naciones Unidas, por
conducto de la Oficina de Cooperación
Técnica y la Comisión Económica para
América Latina, con la colaboración de la
Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles

Santiago de Chile, 25 al 30 de noviembre de 1968

LOS COSTOS EN LAS EMPRESAS FERROVIARIAS



INDICE

	<u>Página</u>
<u>Parte primera: Introducción</u>	1
1.1 Evolución en el transporte ferroviario de las ideas sobre costos	1
1.2 Sobre los ingresos del ferrocarril; criterios actuales	2
1.3 Las prestaciones en el transporte ferroviario	4
- Unidades de tráfico	4
- Unidades de explotación	5
<u>Parte segunda: Algunos aspectos teóricos de los costos del transporte ferroviario</u>	7
2.1 La producción de servicios en general	7
2.2 Los medios de producción en los servicios de transporte	8
2.3 Significación de los costos en la empresa de transporte ferroviario	10
2.4 Efecto en los costos del crecimiento del tráfico	19
<u>Parte tercera: Aplicación práctica de la determinación aproximada de los costos particulares</u>	27
3.1 Algunas aclaraciones preliminares	27
3.1.1 Objetivo principal	27
3.1.2 Clasificación de los gastos de transporte	28
3.1.3 Los elementos parciales de la totalidad de los gastos de explotación y cargos financieros	29
3.2 Algunos coeficientes sumamente indicativos del costo del tráfico	31
3.3 Aplicación a tráficos de diferentes características	35

LOS COSTOS EN LAS EMPRESAS FERROVIARIAS

Parte primera: Introducción

1.1 Evolución en el transporte ferroviario de las ideas sobre costos

Es fácil descubrir, fijándonos, por ejemplo, en el desarrollo de los ferrocarriles en Estados Unidos, que desde sus comienzos y durante bastantes años, la empresa de transporte ferroviaria, considerada como un todo, únicamente se preocupó de que el conjunto de sus ingresos sobrepasase a la totalidad de sus gastos. De acuerdo con tal preocupación las tarifas se fijaban por tanteos, charging what the traffic will bear, principio en definitiva de la tarificación ad valorem. Con ello resultaba que las mercancías raras y costosas podían pagar relativamente más que las muy pesadas y de menor precio, sin que sus respectivas tarifas guardasen relación con los costos propios.

Pero al poner orden en el "perfecto caos" que parece se llegó a producir en materia de tarifas, seguramente se pensó en el interés y posibilidad de conocer los gastos que de un modo específico correspondían a las distintas operaciones y servicios realizados por el ferrocarril. Única manera de poner en evidencia la razonabilidad de las tarifas exigidas por la Interstate Commerce Act de 1887, apareciendo así, puede decirse, la preocupación por el cálculo de costos en el transporte por ferrocarril,

Es comprensible que tales preocupaciones - con relación a los Estados Unidos, el proceso que las hizo nacer, iniciado en 1887, no sólo es muy revelador, sino que fácilmente puede ser seguido con detalle - llevasen, lo primero, a la separación de los gastos que corresponden a servicios tan distintos como el de pasajeros y el de carga. Separación laboriosa, pues se refiere a materia compleja, realizada en cierto modo por aproximaciones sucesivas. La mayor dificultad se encontró en la distribución de los Common Maintenance of Way and Structure Expenses, ciertamente difícil de establecer de una manera incontrovertible. Precisamente en otros trabajos del Seminario pueden encontrarse mayores explicaciones sobre las normas y procedimientos impuestos por la ICC para esa separación de los gastos de pasajeros y cargas realizada actualmente en todos los ferrocarriles de Estados Unidos exactamente del mismo modo.

/Pero la

Pero la configuración de sistemas regulares para el correcto cálculo de costos, una vez diferenciados los gastos correspondientes a pasajeros y carga, puede decirse que no maduró hasta los años treinta. Con escasa aceptación, además, probablemente a causa de los propósitos de comprobación y legalización de tarifas que fundamentalmente movieron a la ICC a promover tales sistemas. Lo cual explica probablemente que los Jefes de los Servicios de Contabilidad de los ferrocarriles de Estados Unidos "sostuvieron con firmeza la opinión de que la determinación sistemática y regular de los costos de servicio, no tenía ninguna finalidad práctica; y que, incluso podía resultar desorientadora, puesto que las cifras obtenidas podían aparecer confusas y fácilmente en contradicción con los hechos".

Sólo hace muy pocos años, tal vez al iniciarse los años sesenta, se empezó a ver la cuestión de otro modo y en la determinación de los costos se descubren posibilidades distintas y más fecundas que las meramente fiscalizadoras y administrativas concebidas hasta entonces. Perspectivas actuales de la cuestión que habrá que considerar más adelante.

1.2 Sobre los ingresos del ferrocarril: criterios actuales

Es obvio que la evolución que se acaba de reseñar, acentuada por el desarrollo del tráfico por carretera que se llevó muy pronto las mercancías con precios de transporte más alto, condujera a una postergación de las tarifas ad valorem; acelerando, en definitiva, ese proceso muy fácilmente visible, que tiende a que los precios de todos los servicios que el ferrocarril realiza, en vez de apoyarse en el sobreprecio o plusvalía que el cambio de lugar proporciona a la mercancía transportada, se basen, de alguna manera, en los costos propios de dichos servicios; lo cual obliga, como se verá enseguida, a determinaciones más precisas de los costos efectivos.

Pero la realidad es, que el costo del transporte de un producto no depende exclusivamente de su peso, que es lo que físicamente cuesta mover, sino que guarda estrecha relación con las especiales características de la línea por la cual se realiza el desplazamiento: perfil y radio de las curvas, sistema de tracción utilizado, vapor, diesel, eléctrico, etc.; y con la densidad y características del tráfico que en general se mueve por dicha línea. Circunstancias que han dado lugar a sistemas de tarificación como el utilizado desde hace pocos años por los ferrocarriles franceses, en que la tarifa para el mismo producto puede ser distinta según la línea por la que se circule.

Todo ello pone de relieve, no sólo esa tendencia general de que los ingresos por un servicio cualquiera se ajusten de algún modo al costo efectivo del servicio, sino asimismo la atenuación para el ferrocarril del antiguo concepto de servicio público que durante tantos años ha tenido que soportar; probablemente sin una plena justificación; imponiéndole determinadas obligaciones especiales en relación con la política económica general del país, que le desviaban de esa acomodación de los ingresos a los costos, tan fundamental para una buena gestión administrativa.

Pero no sólo se considera que la prestación de cada servicio debe tener su compensación en las condiciones de una tarifa que cubra sus costos, sino que, asimismo, se ha venido a caer en la cuenta de que cada tren y aun casi cada vagón, únicamente deben ser movidos si los ingresos que produce dicho transporte son superiores a los costos correspondientes. Punto de vista extendido con facilidad a grupos de trenes, e incluso a la totalidad del servicio de pasajeros o de carga en determinadas líneas que obliga a comprobar con cuidado si por sus especiales condiciones producen pérdidas que deban ser soportadas por otras prestaciones diferentes.

Asimismo se considera que cada estación o línea del sistema sólo deben estar abiertas al público en el caso de que sus ingresos, por supuesto razonablemente calculados, sean superiores a los costos que en dicha estación o línea se origina. De este modo se propende a que la red de vías explotada por cada Administración, tenga una estructura sana, no conservándose aquellas ramas que no se mantengan por sí mismas. Ni por razones de prestigio, ni por cualesquiera otras del mismo origen, salvo que la Administración Pública se haga cargo del perjuicio, pero no como se atiende al déficit del ejercicio, sino como compensación de un gasto por ella misma producido.

Puntos de vista cada vez más universalmente aceptados que pueden resumirse, en lo que se refiere a los ingresos, en los criterios que siguen:

- que los ingresos percibidos por un servicio determinado cualquiera, sean tales que para el equilibrio económico de la operación no se necesite de la ayuda de los correspondientes a otras prestaciones diferentes; es decir, que ningún servicio debe ser llevado a cabo a tarifa inferior a su costo. Lo cual no sólo es conveniente para el equilibrio económico de la empresa, sino para hacer posible una sana política de coordinación con otros medios de transporte.

- en cierto modo es el anterior, pero referido tanto a las actividades genéricas como a la propia estructura de la empresa, debiendo quedar establecidas unas y otras de modo que no produzcan pérdida; incluso abandonando y eliminando aquellas partes del sistema en que tal equilibrio no se pueda conseguir.

Todo lo cual supone el repudio total de aquella idea primera de que el conjunto de los ingresos es el que debe cubrir la totalidad de los gastos. Posición que evidentemente obliga a un conocimiento más profundo de los costos, ampliándose, como antes se dijo, los objetivos o finalidades asignados a su determinación. Actualmente la determinación de costos puede servir:

- a) Para fijar en relación con los costos, las tarifas y en general los ingresos correspondientes a cualquier servicio de transporte.
- b) Para vigilar la productividad económica de las distintas prestaciones y servicios producidos por la empresa ferroviaria; orientando la actividad comercial sobre informaciones fidedignas y concretas.
- c) Para mejorar la explotación técnica, ordenando con criterios económicos las prestaciones de explotación que la empresa realice.
- d) Para recrear y reconstruir la estructura de la red, adaptándola a las actuales circunstancias económicas, de modo que se autoporte económicamente en todas y cada una de sus partes.

1.3 Las prestaciones en el transporte ferroviario

Antes de considerar en la parte que sigue, algunos aspectos teóricos del tema de costos, puede ser oportuno recordar algunas definiciones y esclarecer algunos conceptos relacionados con la materia.

Como es bien sabido cualquier medio de transporte público debe ser capaz de producir determinados servicios, cambio de lugar de personas y de mercancías, para ponerlos en determinadas condiciones, a disposición del público.

Estos servicios se suelen llamar prestaciones de tráfico, y se miden en unidades, denominadas unidades de tráfico, las principales de ellas son las siguientes:

Unidades de tráfico

Para el transporte de personas: tráfico de pasajeros:

- pasajeros transportados,
- pasajeros-kilómetro,

cuyas definiciones, conocidas de todos, no ofrecen lugar a duda.

/Para el

Para el transporte de cosas: tráfico de carga:

- toneladas transportadas,
- toneladas-kilómetro netas,
- toneladas-kilómetro tasadas,

sobre las cuales, a pesar de figurar sus definiciones en el Proyecto de Manual de Estadística, convendrá hacer algún brevisimo comentario.

La expresión de toneladas transportadas incluye todas las que se mueven dentro de la red de que se trate, hayan sido cargadas en ella o vengan de otras redes distintas del mismo país o del extranjero. De aquí que pueda distinguirse entre toneladas expedidas o cargadas que son las que empiezan su transporte en un punto de la propia red y toneladas transportadas que añaden a las anteriores las que vienen de otra procedencia para moverse, transportarse, unas y otras por la propia red.

La unidad de tráfico tonelada-kilómetro neta corresponde a la carga útil realmente transportada en los vehículos de carga; y la tonelada-kilómetro tasada, de uso relativamente reciente impuesto por la necesidad de relacionar unívocamente los ingresos y los costos correspondientes; se refiere al peso y a la distancia que en la tarifa se toman como una tonelada y un kilómetro, respectivamente. Aunque no sean una tonelada de carga neta, ni un kilómetro de distancia real.

Unidades de explotación

Pero en el transporte, lo que se hace, lo que se mueve, no coincide de ordinario con lo que se vende. La diferencia proviene de que lo que se desplaza no sólo es lo que se quiere transportar lucrativamente, puesto que, además, es necesario mover el vehículo donde lo que se quiere transportar está contenido. Y no sólo el vehículo que no suele moverse por sí mismo, sino el motor que proporciona el esfuerzo necesario para el recorrido. De aquí que convenga puntualizar, estableciendo entre los pesos que se mueven, las siguientes distinciones:

- Peso tasado: Peso por el cual se calcula, de acuerdo con la tarifa, lo que se debe pagar.
- Peso neto o útil: El de la mercancía cargada más embalajes, containers, etc.
- Peso bruto remolcado: El anterior más el peso del material rodante en que se hace el transporte.

/- Peso bruto

- Peso bruto completo: El anterior más el peso del vehículo o vehículos motores,

a las cuales corresponden las unidades de explotación que siguen:

- Toneladas-kilómetro brutas remolcadas: \leq de los pesos brutos remolcados por los recorridos reales medidos en kilómetros.
- Toneladas-kilómetro completas: \leq de los pesos brutos completos, incluida la locomotora, por los recorridos reales medidos en kilómetros.
- Carros-kilómetro: \leq de los recorridos reales, medidos en kilómetros, de cada uno de los carros utilizados.
- Trenes-kilómetro: \leq de los recorridos reales medidos en kilómetros de cada uno de los trenes que circulan.
- Vehículo motor-kilómetro: \leq de los pesos de los vehículos motores empleados en el recorrido de los trenes por sus recorridos reales medidos en kilómetros.

Es obvio que las toneladas-kilómetro brutas remolcadas y las toneladas-kilómetro completas remolcadas son unidades enteramente definidas en lo que se refiere a peso y recorrido. Puede haber imprecisión en cuanto a la velocidad a que se ha realizado el movimiento y el tiempo gastado sobre carro parado. Y los carros-kilómetro, los trenes-kilómetro y los vehículos motor-kilómetro corresponden en cuanto a carga y recorrido a valores medios, de modo que cuadren con las toneladas-kilómetro brutas remolcadas correspondientes y con las toneladas-kilómetro completas remolcadas.

Parte segunda: Algunos aspectos teóricos de los costos
del transporte ferroviario

2.1 La producción de servicios en general

No cabe duda que la producción de servicios tiene grandes semejanzas con la producción de bienes reales. Semejanzas que tal vez oculten algunas diferencias que merece la pena de considerar brevemente.

Puede recordarse que cuando se produce una única clase de bienes, se trata del sencillo caso de la producción simple. Y que, cuando con las mismas instalaciones se producen varias clases de bienes distintos, se trata del caso más complicado de la producción múltiple o compuesta. El transporte ferroviario suele considerarse que está en este segundo caso, pues pueden producirse, más o menos con el mismo equipo, varias clases de servicios distintos.

En la producción múltiple cuando la obtención en mayor cantidad de un determinado producto, disminuye o enerva la producción de otro, se suele decir que se trata de un caso de producción alternativa. Inversamente cuando el aumento en la producción de un determinado producto acrece o facilita la producción de otro, se suele decir que se trata de un caso de producción acumulativa. Y, por último, cuando se producen varios bienes distintos sin que se ayuden o perturben entre sí, se denomina producción paralela aunque más bien se trata de varias ramas de una producción simple unidas en una misma explotación.

Pero existen casos en que esta producción simultánea de varios bienes distintos no es deliberada. La producción de uno de ellos necesariamente lleva consigo la producción de otro o de otros. Se trata de lo que suele llamarse producción conjunta, por lo que al costo de esos dos o más productos que necesariamente se obtienen a la vez se denomina costo conjunto.

Mucho se ha escrito sobre los costos conjuntos en relación con el transporte ferroviario. Probablemente con exceso, pues si se considera, como parece razonable, que sólo existen costos conjuntos cuando se trata de una producción conjunta, son muy pocas las ocasiones en el transporte ferroviario en que propiamente puede hablarse de costos conjuntos. Es posible que sólo en relación con el retorno, transporte complementario que inevitablemente aparece, al realizar cualquier desplazamiento por medio de vehículos portantes.

/Es característica

Es característica esencial de los costos conjuntos la imposibilidad de repartirlos, entre los distintos bienes producidos por un procedimiento objetivo y racional incontróvertible. Pero esta misma dificultad puede aparecer, prácticamente, en determinados costos comunes correspondientes a producciones distintas, más o menos relacionadas entre sí, no incluíbles en la definición dada para la producción conjunta, y en las que se utilice, por ejemplo, un mismo medio o factor de producción.

De aquí que costos conjuntos y costos comunes difícilmente asignables o repartibles, hayan venido a tener en los estudios sobre costos de los servicios de transporte la misma significación, aunque en rigor no sean la misma cosa.

2.2 Los medios de producción en los servicios de transporte

La clasificación que figura en el punto 1.3, sumamente generalizada, asigna a las prestaciones de tráfico, en especial a los viajeros-kilómetro y a las toneladas-kilómetro netas, el carácter de servicios que el público utiliza a través del contrato de transporte. En cambio las prestaciones de explotación, toneladas-kilómetro brutas transportadas, carros-kilómetro, trenes-kilómetro, etc., más bien se consideran operaciones que propiamente no se venden y que sirven como medio auxiliar para producir los servicios que realmente se ofrecen. De aquí que sin mucha reflexión se atribuya a estas últimas el carácter de factores o medios de producción que, por ejemplo, tienen las primeras materias, energía, mano de obra, etc., en la producción de bienes reales. Pero los auténticos medios de producción guardan con los bienes producidos una relación como de efecto y causa; de tal modo que a mayor empleo de los mismos, en el supuesto de que estén debidamente combinados, la producción aumenta. Por ello en la función o funciones de producción aparecen ligados por medio de expresiones analíticas más o menos complicadas, con la misma cantidad de bienes realmente producidos.

De aquí que no parezca pueda asignarse ese carácter de medios o factores de la producción a las operaciones o prestaciones de explotación, las cuales es obvio que pueden tener aumentos de consideración sin que necesariamente aumenten los servicios producidos. Incluso puede crecer la producción de dichos servicios con una disminución sensible de las mencionadas operaciones de explotación. No quiere ésto decir, naturalmente, que no haya alguna relación entre prestaciones de explotación y las prestaciones de servicio, pero de ningún modo pueden ser consideradas las primeras como causa, y las segundas como efecto.

/Por ello

Por ello puede pensarse, con fundamento, que entre la producción de servicios de transporte expresada en unidades de tráfico, y las prestaciones de explotación, no existen esas relaciones basadas generalmente en leyes de la física que ligan en la función de producción a las cantidades de producto obtenido con los medios empleados. Todo lo cual produce la impresión de que no existe una auténtica función de producción de los servicios de transporte que relacione a dichos servicios con las prestaciones de explotación como variables.

Confirma esta impresión el hecho evidente de que por incremento en las unidades de explotación no siempre se puede aumentar las unidades de tráfico. Lo que se puede aumentar al incrementar las unidades de explotación son las oportunidades previas, la posibilidad física; como condiciones necesarias, aunque no suficientes, para que tal aumento de las unidades de tráfico pueda producirse. Propiamente, las prestaciones de tráfico son un servicio que necesariamente se pierde si no se utiliza al ser producido, expresable por una función de demanda referida, por ejemplo, a los precios del servicio, a sus condiciones, a los precios de la competencia, etc. Y tampoco se puede, en rigor, establecer una función de producción de los viajeros-kilómetro, o toneladas-kilómetro ofrecidas, es decir de los vehículos y trenes circulando vacíos, pues la situación cambiaría profundamente cuando tal material se ocupase o cargase.

Puede, en cambio, pensarse en una función de costos de las unidades de tráfico, pero no deducida, como ocurre en la producción de bienes reales, de la función de producción, sino referida, por estimación de los medios realmente utilizados o que se prevé que se van a utilizar, a una situación determinada, según que los cálculos sean ex-post o ex-ante.

Asimismo resulta recomendable el conocimiento del costo propio de las unidades de explotación, pues, por una parte, debe examinarse si dichos costos, en sí mismos, corresponden a una razonable organización, y, por otra, debe tenerse en cuenta que aunque no guarden una relación causal con los servicios producidos, constituyen un elemento que configura el costo de los mismos.

Consideraciones todas que no parece tengan a primera vista gran utilidad. Hasta pueden producir el efecto de disquisiciones teóricas, carentes de aplicación y de interés. Pero probablemente no es así, pues, como se comprobará más adelante, siempre es útil aclarar los conceptos fundamentales.

2.3 Significación de los costos en la empresa de transporte ferroviario

Es fácil caer en la cuenta de que la actividad de transportar puede ser enteramente realizada, cuando algo que puede moverse dispone del camino adecuado y tiene a la vez capacidad para llevar personas o cargas. Se comprende, que con un sólo vehículo capaz de circular, puede hacerse un transporte completo. Con cada tren que sale y llega a su destino se producen enteramente determinados servicios de transporte; sin necesidad de ninguna participación de los trenes que salieron antes o saldrán después.

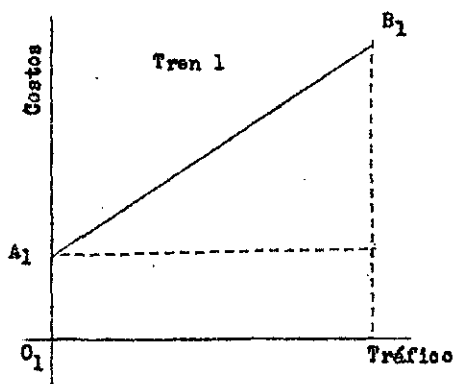
Lo cual indica, ciertamente, que en el transporte ferroviario, la unidad de producción, la fábrica, es el tren y que los numerosos trenes que con frecuencia forman el sistema, vienen a ser como un conjunto de fábricas completas explotadas en determinadas condiciones de unidad, por una misma empresa.

De aquí que sea posible distinguir fácilmente entre el costo individual de uno cualquiera de dichos trenes, y los costos medios correspondientes a todos o a varios de ellos.

Si se supone circula un único tren T_1 se comprende que dicho tren T_1 , como cualquiera otra unidad productiva, tendrá unos costos fijos, independientes del servicio que produzca, y unos costos variables de alguna manera dependientes de dicho servicio.

En el supuesto de que dicho costo fijo fuera igual a $O_1 A_1$, figura 1, y que los variables sean directamente proporcionales al tráfico transportado, los costos totales estarían representados por el segmento $A_1 B_1$ cuya longitud corresponde al tráfico máximo que el tren T_1 pueda transportar.

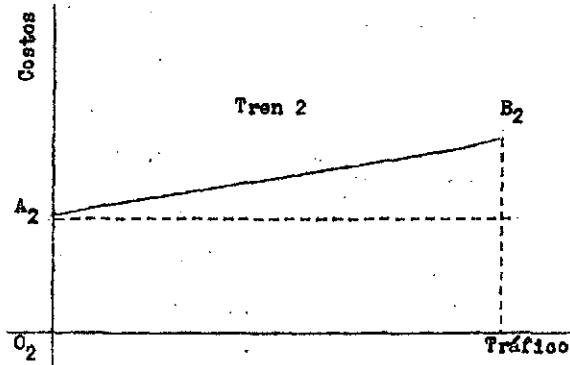
Figura 1



/Si con

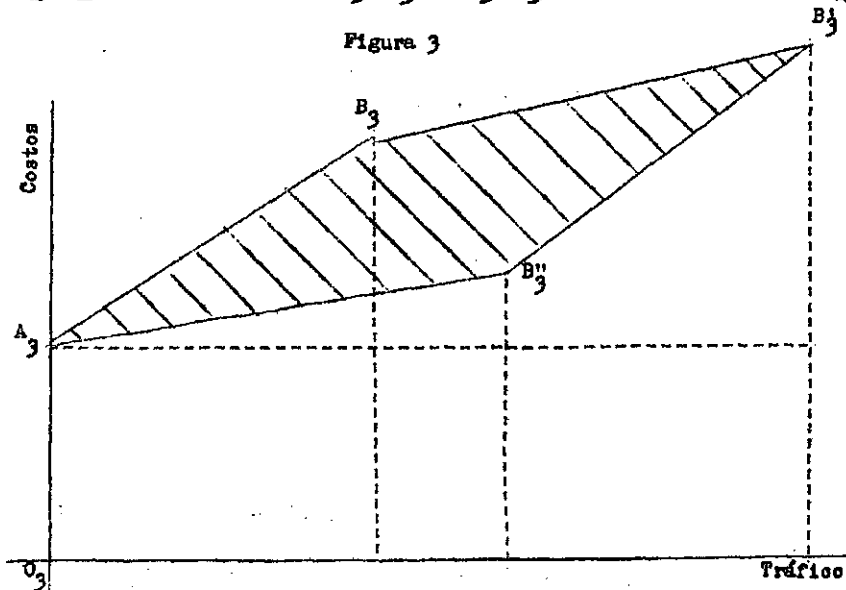
Si con independencia del tren anterior entrase en operación otro tren distinto T_2 , con mayores costos fijos y menores costos variables, por tratarse, por ejemplo, de un material mejor y más costoso, los costos totales estarían representados por el segmento $A_2 B_2$ figura 2, siendo los fijos iguales a $O_2 A_2$.

Figura 2



Y si los dos trenes $T_1 T_2$ operados por la misma empresa realizasen igual servicio podría tratarse de representar los costos del conjunto de un modo análogo. En el primer supuesto probable de que el costo fijo $O_3 A_3$, figura 3, fuera algo menor que la suma de los costos fijos individuales $O_1 A_1$ y $O_2 A_2$ por tener alguna parte común se comprueba fácilmente que los costos variables caerían dentro del área $A_3 B_3 B'_3 B''_3$; paralelogramo cuyos lados $A_3 B_3$ y $B'_3 B''_3$ son paralelos a $A_1 B_1$ y cuyos lados $A_3 B_3$ y $B_3 B'_3$ son paralelos a $A_2 B_2$

Figura 3



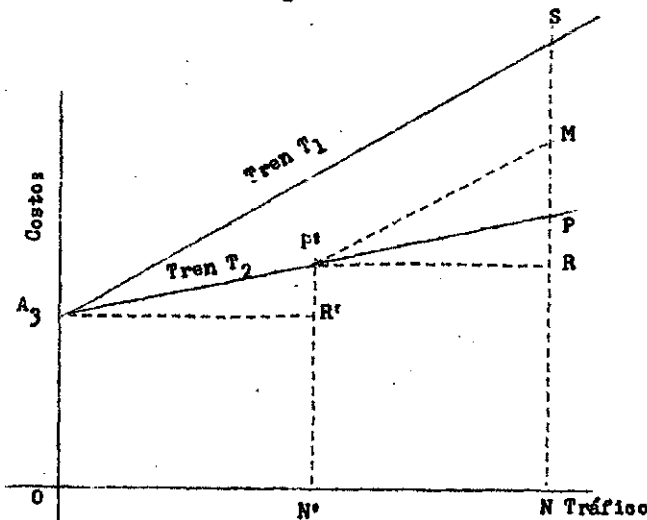
/Es obvio

Es obvio que si el tráfico crece llenando primero el tren T_2 de menores costos variables, y luego el tren T_1 de costos variables mayores, los costos del conjunto, es decir, los costos de la empresa formada por los dos trenes, seguirían la línea $A_3 B_3'' B_3'$ de menores costos totales. En cambio, si el tráfico llenase primero el tren T_1 de mayores costos variables y después el tren T_2 de costos variables menores, los costos del conjunto seguirían la línea $A_3 B_3 B_3'$ de mayores costos totales. Lo cual indica que la empresa al operar con dos trenes de costos variables distintos, no tiene propiamente una línea de costos, sino un área de costos, el área rayada, dentro de la cual caerán los costos totales correspondientes a una distribución cualquiera del tráfico entre los dos trenes que se ha supuesto constituyen la empresa.

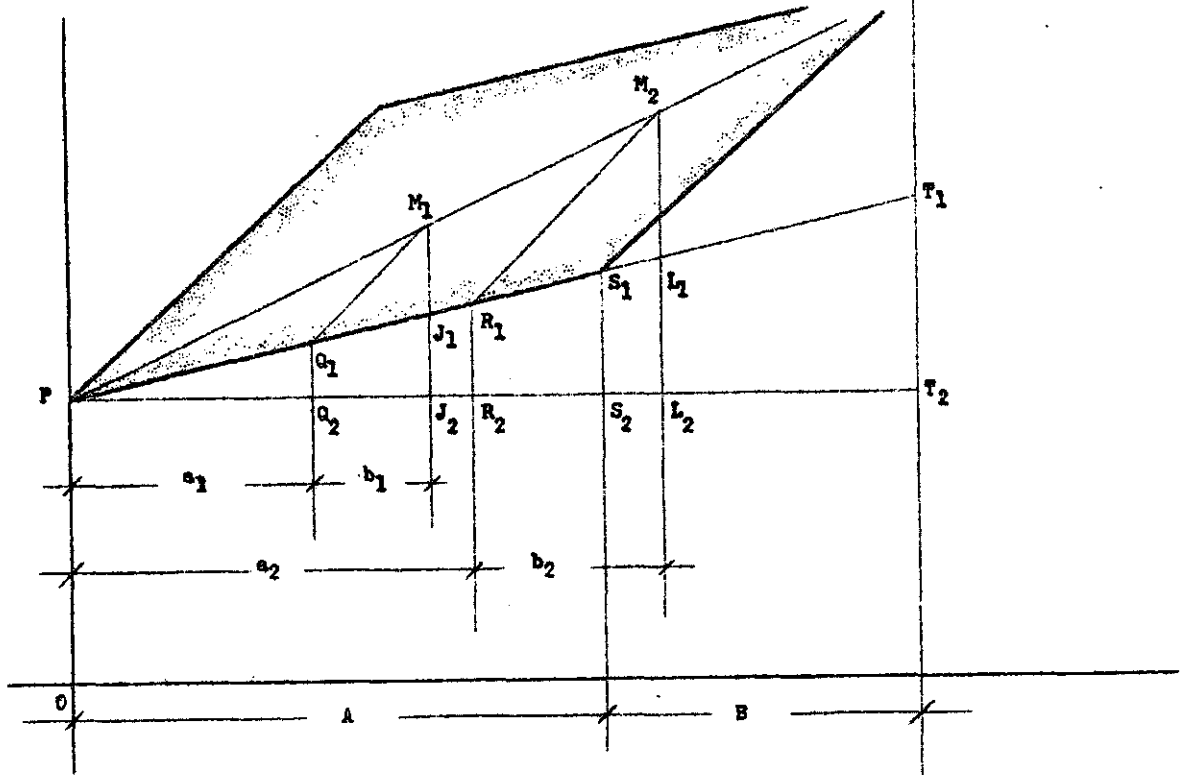
Y no es difícil determinar cuál es el costo que corresponde a una distribución cualquiera del tráfico entre los dos trenes de referencia T_1 y T_2 .

En la figura 4, la recta $A_3 S$ es la correspondiente al costo variable del tren T_1 y la recta $A_3 P$ es la correspondiente al costo variable del tren T_2 . Asimismo puede verse que para un tráfico igual a ON el costo total puede variar entre NP si dicho tráfico se hace únicamente en el tren T_2 y NS cuando sólo se hace en el tren T_1 .

Figura 4



Ahora bien, si el tráfico ON se distribuye de modo que una parte ON' circule en el tren T_2 y otra $N'N$ circule en el tren T_1 , es fácil ver que el costo total, deducido del modo sencillo que indica la figura, es igual a MN .

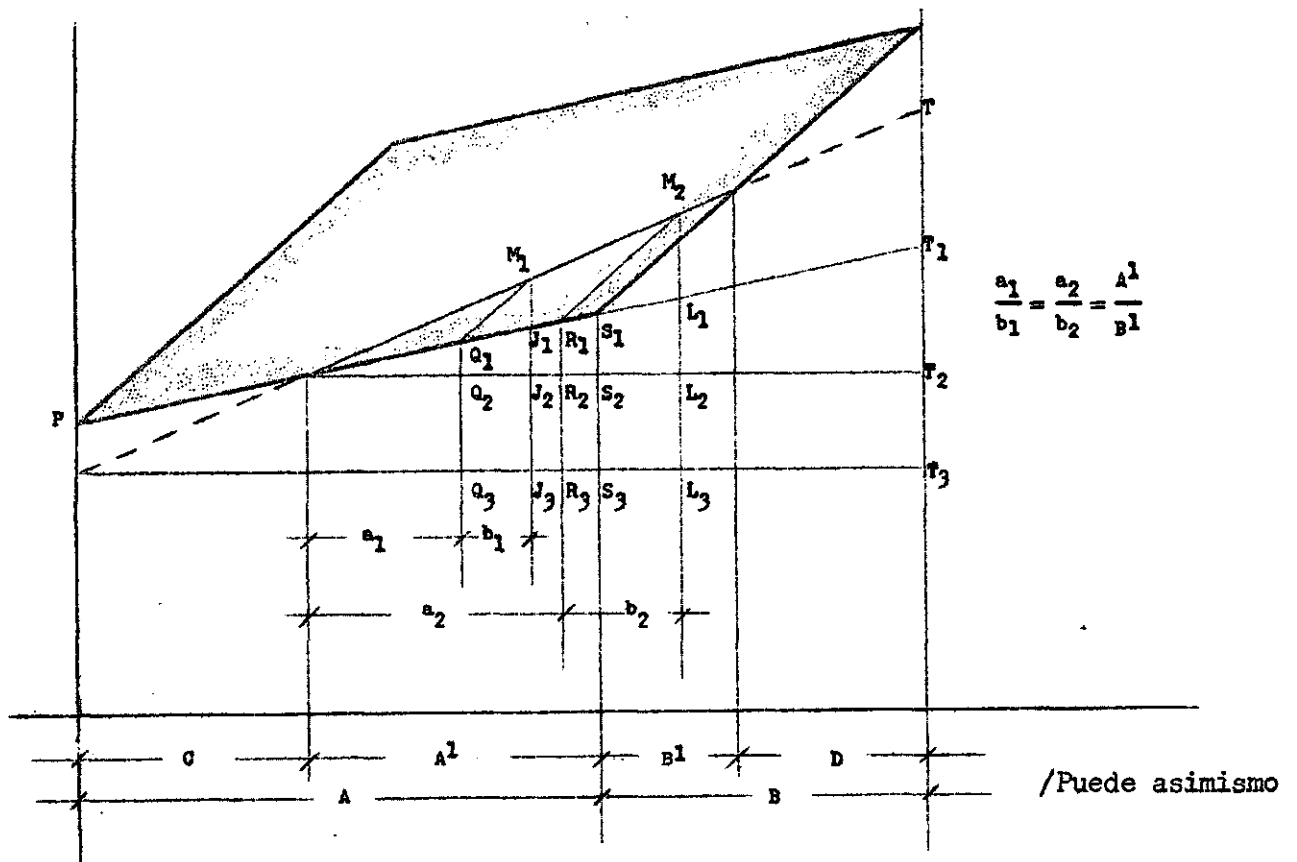


$$\left. \begin{aligned} \frac{PM_1}{PQ_1} &= \frac{PM_2}{PR_1} = \frac{PT}{PS_1} \\ \frac{PQ_1}{PQ_2} &= \frac{PR_1}{PR_2} = \frac{PS_1}{PS_2} \end{aligned} \right\} \frac{PM_1}{a_1} = \frac{PM_2}{a_2} = \frac{PT}{A}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{PM_1}{PJ_1} &= \frac{PM_2}{PL_1} = \frac{PT}{PT_1} \\ \frac{PJ_1}{PJ_2} &= \frac{PL_1}{PL_2} = \frac{PT_1}{PT_2} \end{aligned} \right\} \frac{PM_1}{a_1+b_1} = \frac{PM_2}{a_2+b_2} = \frac{PT}{A+B}$$

$$\frac{a_1}{a_1+b_1} = \frac{a_2}{a_2+b_2} = \frac{A}{A+B}$$

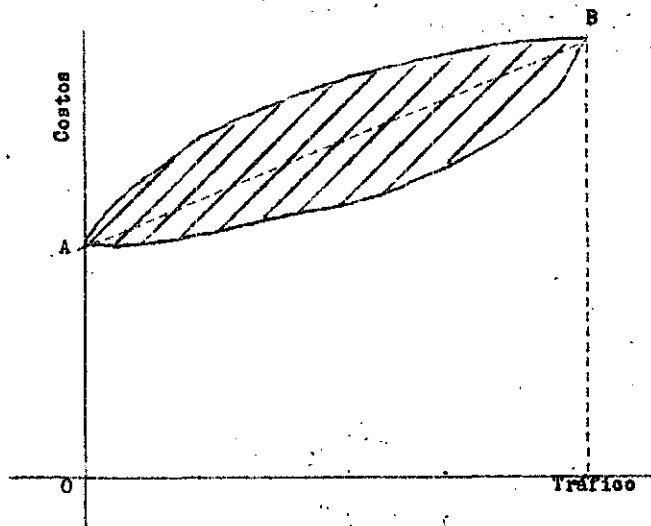
$$\frac{a_1}{b_1} = \frac{a_2}{b_2} = \frac{A}{B}$$



Puede asimismo comprobarse fácilmente que los puntos del área de costos situados en la diagonal del paralelogramo corresponden a tráficos de los trenes T_1 y T_2 que guardan entre sí una relación igual a la que existe entre los tráficos máximos respectivos A y B, figura 5. Lo cual corresponde, manteniéndose dicha relación, a variaciones de los tráficos en cada uno de los trenes del mismo porcentaje. Análogamente sucede cuando los costos totales situados dentro del área del paralelogramo dibujan una línea recta. También corresponden a variaciones del mismo porcentaje aunque la relación no sea la correspondiente a los tráficos máximos, sino a los segmentos A' y B' de la figura 5.

Si en vez de dos trenes operasen muchos con costos variables diferentes, los costos totales correspondientes a la empresa que explotase el conjunto, no aparecerían, por supuesto, distribuidos en una línea, sino que, como antes, estarían contenidos en el área formada por la línea de costos variables ordenados de menor a mayor, costos mínimos, y por la línea de costos variables ordenados de mayor a menor, costos máximos. En definitiva dibujarían una figura de forma como de hoja de árbol, con un centro de simetría, tal como puede verse en la figura 6.

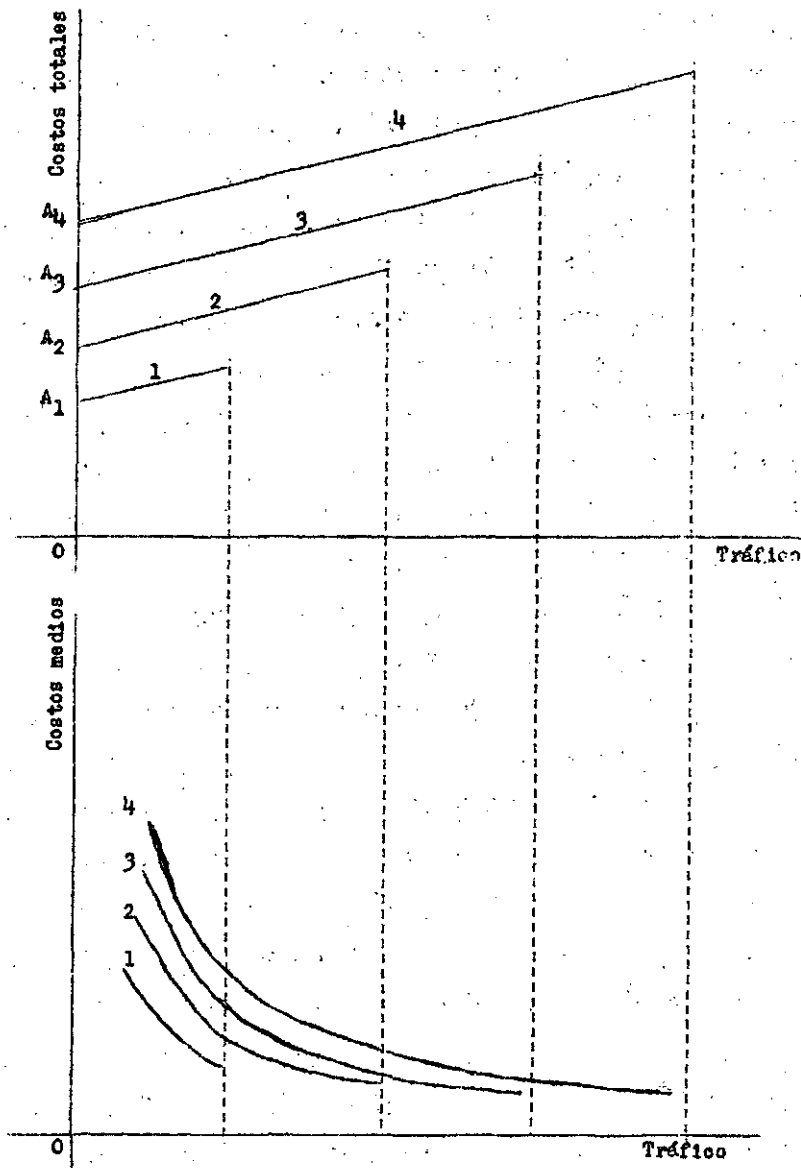
Figura 6.



/La ordenada

La ordenada en el origen OA correspondería al costo fijo, seguramente menor, de un modo relativo, al aumentar el número de trenes. Asimismo se comprende que si los costos variables de todos los trenes fueran iguales al área desaparecería convirtiéndose en una línea recta única del mismo gradiente que dichos costos variables. Recta que, como puede verse en la figura 7, se va alargando y desplazando paralelamente, al crecer el número de trenes en operación. Cada nuevo segmento, más largo y con mayor costo fijo, sustituye al anterior.

Figura 7



Todo lo cual puede decirse que confirma la conocida práctica de separar la totalidad de los cargos que se refieren a un período determinado, en porciones o rebanadas, correspondientes a servicios o trenes con costos variables iguales o parecidos. Y asimismo explica, si es que hiciera falta alguna explicación, que se empezase por la división y separación de los gastos en servicios tan heterogéneos de suyo como los de pasajeros y de carga; y que se continuara después, dentro de cada una de dichas dos grandes divisiones, distribuyendo los gastos por categorías de trenes: largo recorrido, suburbanos, etc. en pasajeros; y completos; detalle, etc. en tráfico de carga. Y dentro de cada una de estas divisiones, por modos de tracción: vapor, diesel y eléctrico, tal como se explica en otros trabajos del Seminario. La cuestión es separar, con la mayor exactitud posible los gastos que en el ejercicio de referencia han correspondido a cada una de las divisiones establecidas. Si todos los gastos correspondientes a un ejercicio, convenientemente adaptados a las circunstancias del momento, se representan por un paralelepípedo recto rectangular, como indica la figura 8, se concibe se puedan sacar como lonchas horizontales correspondientes a los gastos comunes: transportes en servicio, maniobras, dobles tracciones, máquinas aisladas, etc. para obtener después como rebanadas verticales con columnas proporcionales a los gastos totales de estos grupos de servicios $A_1, A_2, A_3 \dots$ $B_1, B_2, B_3 \dots$ de costo variable análogo.

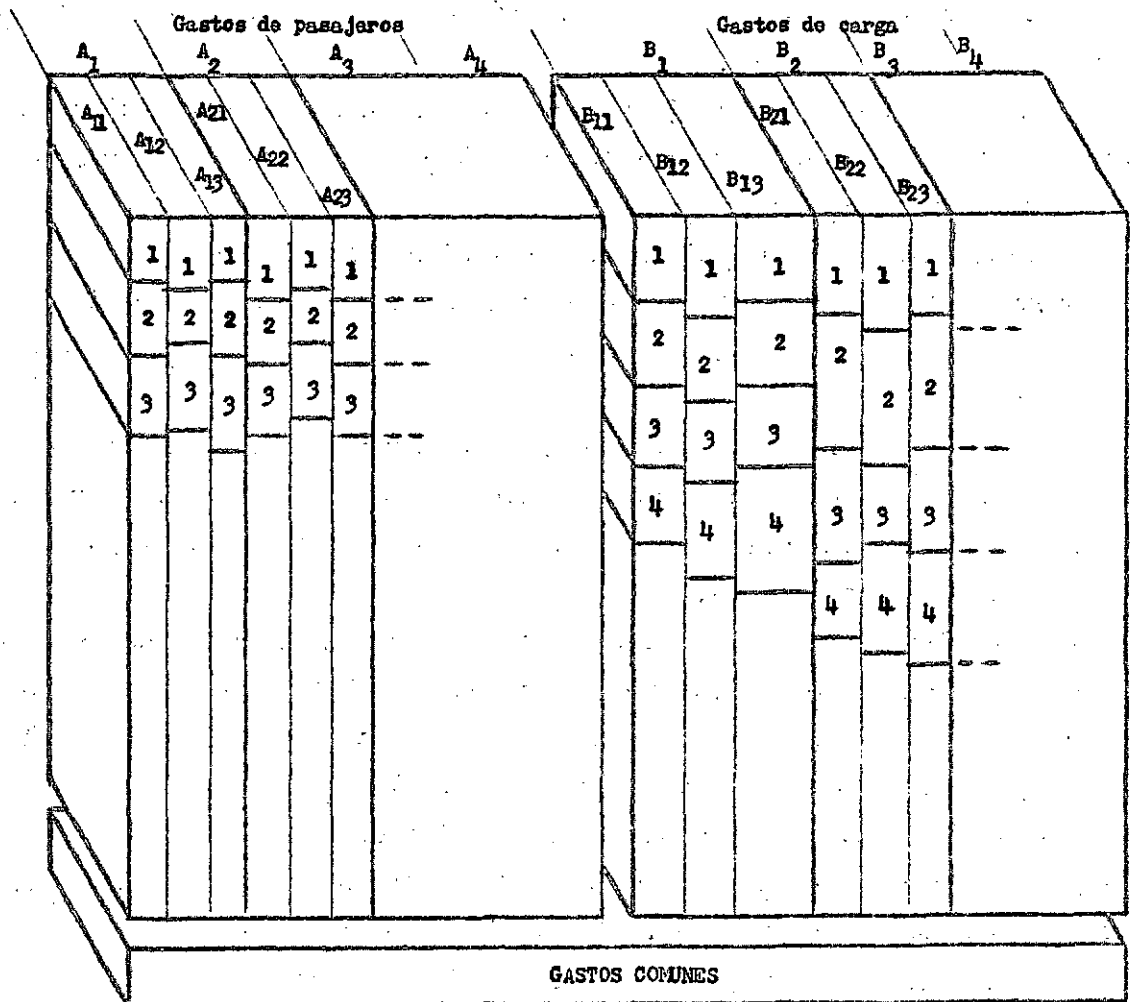
Es obvio, el doble error en que puede incurrirse al hacer esta partición, pues cada una de las rebanadas, mayor o menor de lo que corresponde, disminuye o agranda las vecinas, tal vez con graves errores porcentuales.

Los gastos totales de cada una de dichas particiones divididos por las respectivas unidades de tráfico o de explotación, proporcionan el costo medio general de las unidades correspondientes. Costos medios, que, por ejemplo, aparecen representados en la parte inferior de la figura 7 para el caso de una explotación con distinto número de trenes. Las hipérbolas 1, 2, 3 y 4 que no tienen existencia simultánea, sino que sólo es de aplicación según el número de trenes, una de ellas.

Los costos particulares de un transporte concreto y enteramente definido (también pueden referirse a una operación de explotación en las mismas condiciones) puede decirse que se refieren al costo de uno cualquiera de aquellos trenes que adicionados forman el grupo y que a su vez pueden ser totales, cuando se refieren a la totalidad del tren, o medios cuando corresponden a los costos unitarios de las unidades de tráfico que el tren de referencia produce.

Figura 8

CARGOS TOTALES CORRESPONDIENTES A UN DETERMINADO PERIODO



PASAJEROS

CARGA

EN CADA UNA DE LAS DIVISIONES VERTICALES

A1 } Categorías
 A2 } de trenes de
 A3 } pasajeros

B2 } Categorías
 B3 } de trenes de
 B4 } cargas

A11 }
 A12 } Subdivisión
 A13 } por modos
 A13 } de tracción:
 A21 } vapor,
 A22 } diesel,
 A23 } eléctrica

B11 }
 B12 } Subdivisión
 B13 } por modos
 B13 } de tracción:
 B21 } vapor,
 B22 } diesel,
 B23 } eléctrica

1 }
 2 } Distintos componentes
 3 } de los costos deducidos
 4 } de los datos contables
 ... }
 25 }

/Pero conviene

Pero conviene para terminar este punto, 2.3., reconsiderar a la luz de lo que se acaba de exponer, algunas ideas clásicas en las teorías de determinación de costos de transporte.

En todo lo dicho se ha manejado, dándole por enteramente conocido, el concepto de costo variable - out-of-pocket cost - al cual se atribuyen, en resumen, las dos propiedades siguientes:

- aparece cuando aumenta el transporte, siendo los incrementos de gasto producidos, directamente asignables a los incrementos de tráfico; y
- no se produce o se evita, cuando el transporte a que corresponde no se realiza.

Definidos los costos variables se supone quedan asimismo definidos los costos fijos, por diferencia entre los costos totales y los mencionados costos variables.

Pero en estas ideas que a primera vista parecen tan claras, hay, sin duda, alguna falta de precisión.

No puede olvidarse por muy sabido que sea, que en el transporte realizado por medio de vehículos portantes, todo movimiento utilitario de personas o cosas necesariamente obliga a desplazamientos de suyo no productivos, realizados como medio para producir el primero, de los vehículos en donde las personas o cosas van conducidas, incluido el viaje de retorno. Lo cual implica, por una parte, que un aumento de tráfico no queda definido, por ejemplo, por las toneladas netas que lo constituyen, hace falta conocer qué sucede con las toneladas brutas; y, por otra, que tampoco quedan definidos los efectos de la no realización de un transporte, si no se aclara si el material portante deja o no de circular.

Y es que en la producción de servicios de transporte hay una especie de costo fijo relativamente independiente del tráfico, que corresponde al costo del movimiento del material. Las ideas referentes a los costos fijos en la producción de bienes reales, parece como si enturbiasen la cuestión al aplicarse las mismas palabras al caso del transporte. Es cierto que en un caso y otro hay gastos como los intereses y amortización de las instalaciones y equipos, que pueden constituir partidas invariables del costo total. Y, que asimismo aparecen en uno y otro caso, gastos que pueden a corto plazo ser considerados como integrantes del costo fijo y que en una adaptación a largo plazo propenden a pasar a variables.

/Pero como

Pero como se ha dicho el transporte posee ese carácter de fijo, por lo menos en determinado ámbito, el costo del transporte del material motor y del material móvil en lo que se refiere al ferroviario. Como lo tiene en el transporte aéreo el movimiento de la aeronave aunque se mueva sin carga útil alguna. Los aumentos de gasto producidos por la adición de la carga tienen que suplementarse para obtener el costo específico total, con la parte que corresponde del costo de mover el aparato. Carácter de fijo ciertamente circunscrito a determinado volumen de transporte, puesto que un cierto crecimiento del tráfico puede exigir la ampliación del material utilizado, aumentando el peso que en el transporte corresponde a la parte portante. Se pasa así por escalones, de un costo fijo a otro costo fijo mayor, tal como esquemáticamente se representa en la figura 7.

En el punto siguiente y en la parte tercera se considera la posible aplicación de estas ideas a la concreta determinación de costos.

2.4 Efecto en los costos del crecimiento del tráfico

Es obvio que cuando los costos crecen o decrecen con menor intensidad que el tráfico, puede sospecharse que una parte de dichos costos es independiente del tráfico; que existe lo que se llama un costo fijo.^{1/} Variación no proporcional definida por lo que se llama porcentaje variable "percent variable",^{2/} que quiere decir que cuando el tráfico crece, por ejemplo el 20 por ciento y los costos crecen sólo el 10 por ciento, el porcentaje variable es del 50 por ciento.

La figura 9, en el supuesto antes explicado de que los costos totales sigan una línea recta, muestra que el porcentaje variable, es igual al porcentaje del costo variable en el costo total; es decir:

$$v = 100 \frac{\frac{n(100-m)}{100}}{n} = 100-m \left[1 \right]$$

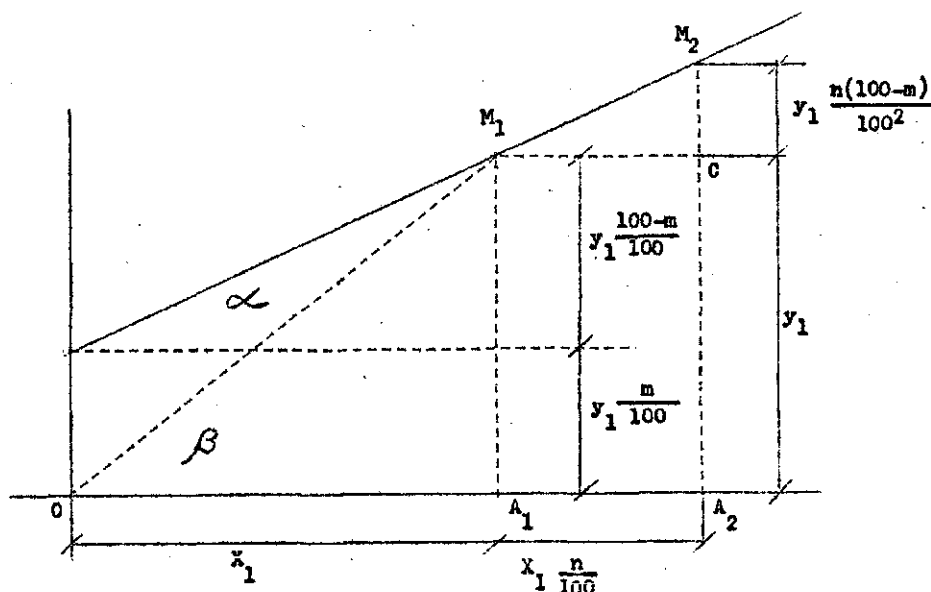
deduciéndose, asimismo, fácilmente la ecuación de la recta de costos:

$$y = \frac{y_1}{x_1} \frac{100-m}{100} x_1 + y_1 \frac{m}{100} = \frac{y_1}{x_1} \frac{v}{100} x_1 + y_1 \frac{100-v}{100}$$

1/ "Explanation of rail cost...:Statement N° 7-63, I.C.C, 1963, pág. 3.

2/ Ibid pág. 27 y ss.

Figura 9



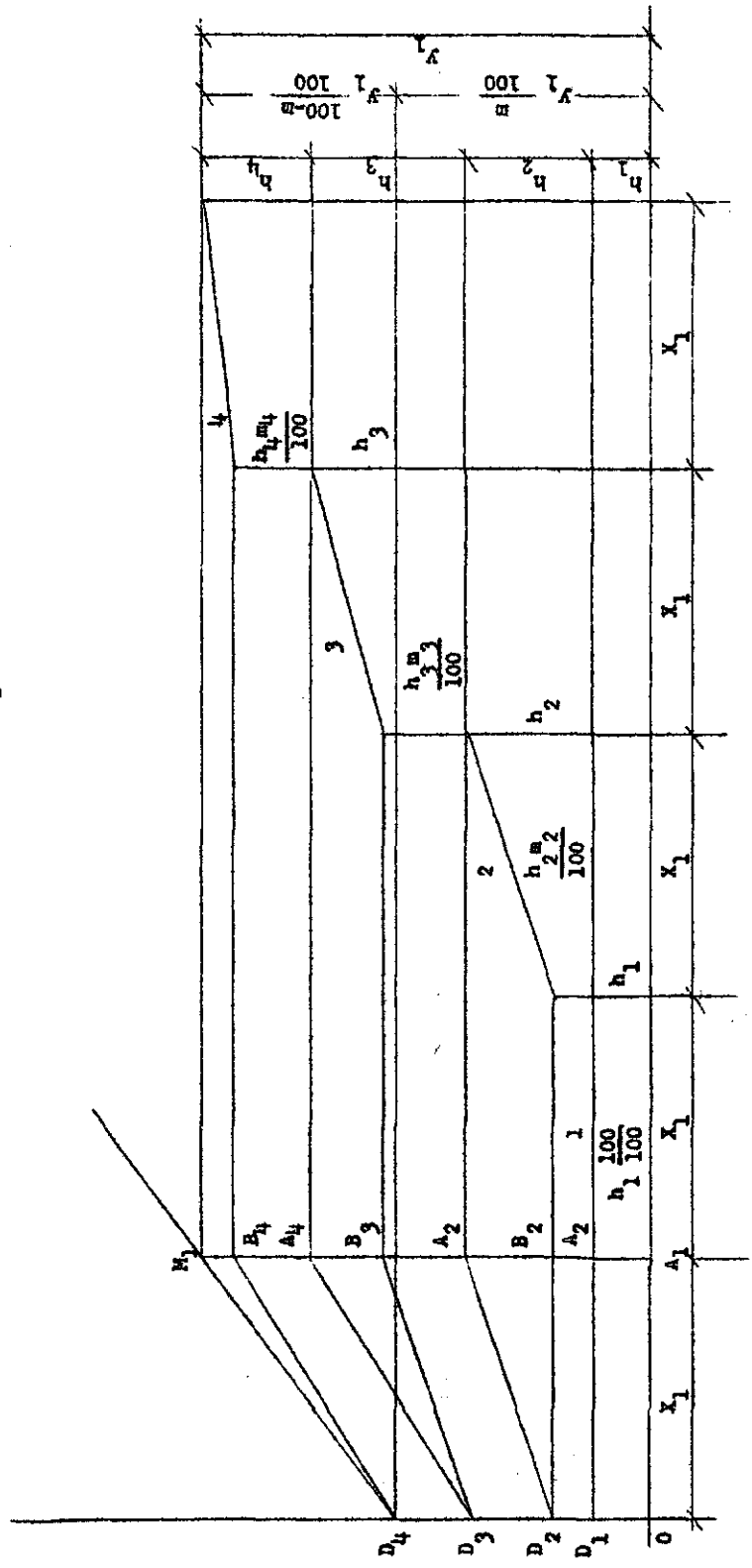
$$\left. \begin{array}{l} A_1 A_2 = \Delta x \\ C M_2 = \Delta y \end{array} \right\} \begin{array}{l} c = t \alpha = \text{costo variable unitario} \\ a = t \beta = \text{costo medio unitario} \end{array}$$

Como se verá más adelante con detalle, puede pensarse que las ordenadas $M_1 A_1$, $M_2 A_2$ que representan los costos totales, están compuestas por una serie de sumandos, correspondientes a costos parciales producidos por motivos distintos,^{3/} siendo obvio que cada uno de dichos sumandos puede variar en relación con un determinado porcentaje variable.

En la figura 10 se ha supuesto, precisamente, que el costo total está formado por cuatro sumandos distintos, h_1 , h_2 , h_3 , h_4 capaces de variar con el tráfico con porcentajes variables diferentes (para mayor claridad de dibujo se ha desplazado hacia la derecha la representación de cada uno de ellos).

^{3/} Ibid, pág. 30 y Ficha 374 R, Anexo 5, UIC 1963, pág. 86.

Figure 10



/Si por

Si por análisis de la composición de estos costos parciales, o por otro procedimiento estadístico se llegasen a conocer los respectivos porcentajes variables:

$100 - m_1, 100 - m_2, 100 - m_3, 100 - m_4$
fácilmente pueden establecerse para cada una de las rectas, 1, 2, 3 y 4 las expresiones siguientes:

$$\text{Recta 1: } y = \frac{h_1}{x_1} \frac{100 - m_1}{100} x + h_1 \frac{m_1}{100}$$

$$\text{Recta 2: } y = \frac{h_2}{x_2} \frac{100 - m_2}{100} x + h_2 \frac{m_2}{100}$$

$$\text{Recta 3: } y = \frac{h_3}{x_3} \frac{100 - m_3}{100} x + h_3 \frac{m_3}{100}$$

$$\text{Recta 4: } y = \frac{h_4}{x_4} \frac{100 - m_4}{100} x + h_4 \frac{m_4}{100}$$

y como la suma de dichas ecuaciones debe producir otra general de la forma [1], quiere decir que la suma de los términos independientes de los segundos miembros debe ser para el conjunto de los costos, igual a:

$$y_1 \frac{m}{100}$$

Igualdad de la que se deducen sin dificultad alguna las expresiones

$$m = \frac{h_1 m_1 + h_2 m_2 + h_3 m_3 + h_4 m_4}{h_1 + h_2 + h_3 + h_4} = \frac{\sum hm}{\sum h} \quad [3]$$

$$v = \frac{h_1 v_1 + h_2 v_2 + h_3 v_3 + h_4 v_4}{h_1 + h_2 + h_3 + h_4} = \frac{\sum hv}{\sum h} \quad [4]$$

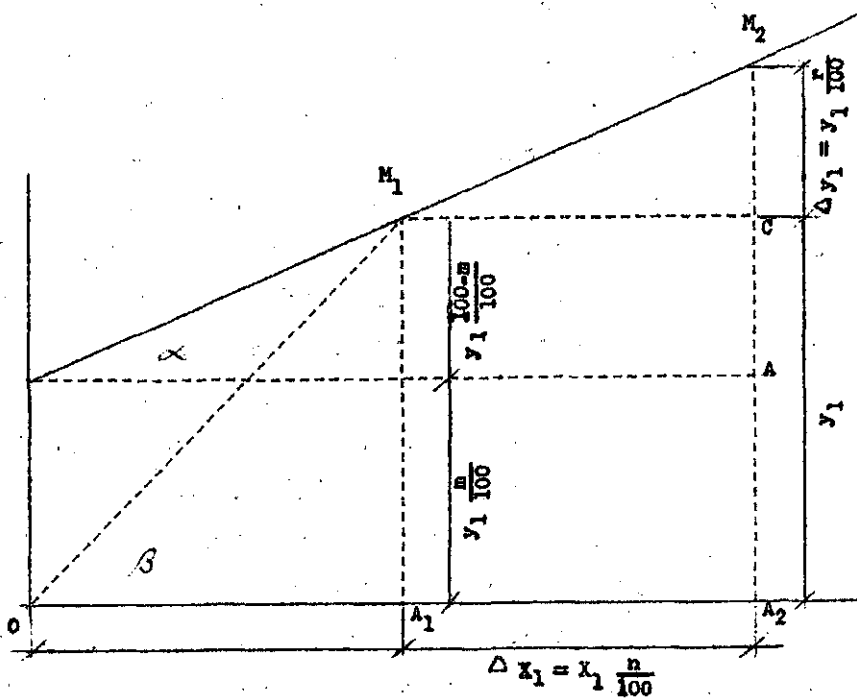
que indican que para el conjunto de los costos, el porcentaje del costo fijo sobre el costo total, es igual a la media de tales porcentajes referidos a los costos parciales, ponderada por los importes con que cada costo parcial entra en la composición del costo total; y que lo mismo sucede, mutatis mutandis, con los porcentajes variables parciales y el porcentaje variable total.

Por lo cual la ecuación de la recta que represente a los costos totales puede formularse del modo que sigue:

$$y = \frac{\sum h}{x_1} \frac{\sum hv}{100 \sum h} x + \sum h \frac{\sum hm}{100 \sum h} \quad [5]$$

Con todo ello se tienen, pues, informaciones suficientes para determinar la posición de la línea de costos totales, supuesta recta, conocidos los porcentajes variables de los distintos costos parciales que componen el costo total; siendo asimismo sumamente fácil determinar el incremento del costo variable para un cierto incremento de tráfico como ponen en evidencia las sencillas relaciones que aparecen en la figura 11.

Figura 11



$$r = n \frac{100-m}{100}$$

$$A_2 M_2 = y_1 \frac{100+r}{100}$$

$$M_2 D = y_1 \frac{100+r}{100} \cdot \frac{100-m+r}{100+r}$$

$$D A_2 = y_1 \frac{100+r}{100} \cdot \frac{m}{100+r}$$

En definitiva el nuevo costo variable es igual al anterior multiplicado por la expresión siguiente:

$$l = \frac{n-m}{100+n}$$

/que indica

que indica que en las condiciones señaladas al aumentar las unidades transportadas en un n por ciento, siendo los gastos fijos el m por ciento de los gastos totales, el costo unitario decrece en un porcentaje igual a:

$$\frac{nm}{100+n}$$

Pero en realidad las cosas son más complicadas. Por ello conviene considerar con alguna detención el distinto efecto que pueden tener en los costos la variación del tráfico medido en las distintas unidades consideradas.

El tráfico que naturalmente interesa es el útil; es decir el que corresponde a las toneladas netas transportadas. Pero si por el procedimiento ordinariamente seguido, tal como se indica en la figura 8, se han repartido todos los gastos correspondientes a un ejercicio pasado, homologados para adaptarlos a las circunstancias del momento que se quiere considerar, por categorías de tráfico de modo que los trenes comprendidos en cada categoría sean relativamente homogéneos, se llega a determinar la ordenada del costo total el cual corresponde tanto a las toneladas-kilómetro netas transportadas como a las toneladas-kilómetro brutas, como a cualesquiera otra clase de prestaciones de explotación que se hubieran hecho en el ejercicio. El costo del conjunto de cualquiera de esas unidades es igual al mismo costo total. De aquí que el cociente de dicho costo total dividido por las unidades correspondientes proporcione el costo unitario de la unidad de que se trate referido a las condiciones medias del transporte a que se refiere la categoría. Si se supone, tal como se ha dicho, que dicha ordenada corresponde a una expresión lineal de los costos totales, resulta que el costo unitario de las toneladas-kilómetro netas vendrá representado por una hipérbola, figura 7, y que el costo unitario de toneladas-kilómetro brutas remolcadas, será igual al costo marginal correspondiente: Siendo:

x = tráfico medido en toneladas-kilómetro netas;

t_1 = n.º de toneladas-kilómetro brutas remolcadas en el ejercicio;

a = costo medio unitario en el ejercicio, de la tonelada-kilómetro remolcada;

b = costo del conjunto de las toneladas-kilómetro brutas, no útiles, remolcadas en el ejercicio.

se tiene:

Costo total:

$$y = ax + b = a(x + t)$$

/Costo medio

Costo medio de la t.k.n.r.

$$\frac{Y}{x} = a \left(1 + \frac{t}{x} \right)$$

Costo medio unitario de la t.k.b.r.: $\frac{Y}{x + t} = a =$ costo marginal de la t.k.n.r.

Todo ello indica que cuando el costo total está representado por una línea recta, la relación para los distintos tráficos, entre las toneladas-kilómetro brutas y las toneladas-kilómetro netas ha debido mantenerse constante; lo mismo que el costo medio unitario de las toneladas-kilómetro bruta; lo cual a su vez exige, esencialmente, que las relaciones entre las toneladas-kilómetro completas, los carros-kilómetro y los trenes-kilómetro, a las toneladas-kilómetro brutas, se mantengan también constantes.

Esto quiere decir, en resumen, que la forma rectilínea de los costos totales, significa proporcionalidad entre las principales características del tráfico a que se refieren dichos costos. Y, en sentido contrario, que cuando no existe dicha proporcionalidad, ni los costos totales vendrán representados por una línea recta, ni el costo medio de las t.k.b.r. será constante, etc. etc.

Cierto es que para un gran conjunto de trenes en un sistema ferroviario importante pueden aparecer relaciones de tipo estocástico que ponen en evidencia una regularidad general, pero lo probable es que los valores medios que parecen constantes, tengan grandes desviaciones con los valores particulares correspondientes a cada uno de los distintos trenes.

También se comprende que los costos medios unitarios de servicios homogéneos, deben constituir la base de una tarificación razonable, pues es obvio que la fundamentación de los ingresos en los costos señalada en el punto 1.2 no puede referirse a los costos individuales, sino a esos costos unitarios medios de todos los servicios incluidos en la tarifa.

En cambio, se comprende, asimismo, que la política comercial puede y debe basarse en el conocimiento de los datos individuales, favoreciendo y estimulando aquellos tráficos cuyos costos sean inferiores a los ingresos que proporcione su transporte, e inversamente. "La rentabilidad global de una empresa ferroviaria no es otra cosa que la suma de las rentabilidades del enorme número de operaciones que realiza. La Dirección debe saber qué tráfico es interesante desde el punto de vista de rentabilidad para fomentarlo y qué tráfico no está justificado".

De aquí que convenga considerar con algún detenimiento si es posible determinar de un modo sencillo y rápido el costo de un incremento cualquiera de tráfico, cuyas características principales discrepen de las medias generales del grupo: lo cual, como aplicación de todo lo dicho, será considerado en la parte tercera de este trabajo.

/Parte tercera:

Parte tercera: Aplicación práctica de la determinación
aproximada de los costos particulares

3.1. Algunas aclaraciones preliminares

3.1.1 Objetivo principal

El problema práctico que se pretende considerar en esta parte tercera, es el de calcular, de una manera sencilla y rápida, el costo particular de un sector de tráfico, determinado, en todas sus circunstancias y condiciones cuantitativas, partiendo del costo total - gastos de explotación - y cargas financieras; correspondiente a cada una de las rebanadas A_{11} , A_{12} , A_{13} ... y B_{11} , B_{12} , B_{13} ... que aparecen en la figura 8.

Cierto es que este problema puede resolverse hoy día, mediante el empleo de ordenadores electrónicos con sistemas "on line". Pero no puede pensarse que todas las empresas de transporte ferroviario adopten tales sistemas, sin que toda su organización esté suficientemente evolucionada para que tal adopción pueda realizarse con el debido rendimiento. Conviene tener presente las dificultades, muy discretamente señaladas por el Profesor PETROV, de la URSS, en el Simposio Internacional de Cibernética de Montreal: "dificultades técnicas, no sólo es necesario disponer de una calculadora numérica de gran fiabilidad, sino también, para la transmisión de datos, de una red automática de comunicaciones, a prueba de perturbaciones; dificultades de método, con frecuencia no hay bastante claridad en el objetivo perseguido y en los criterios de optimización; dificultades para el establecimiento del algoritmo y de los programas, creación de un modelo matemático capaz de reflejar el proceso complejo y único de los transportes y de su gestión óptima; dificultades de organización y formulación de los mandos intermedios; dificultades psicológicas, aptitud en los mandos superiores para adaptarse; dificultades financieras, las calculadoras numéricas y en particular el equipo de transmisión de datos exigen inversiones importantes".

Dificultades sin duda serias que recomiendan, por una parte, la prudencia en el empleo súbito de dicha clase de máquinas; y, por otra, que no se adopten procedimientos que haya que abandonar al emplearlas.

/3.1.2 Clasificación

3.1.2 Clasificación de los gastos de transporte

El monto de los costos totales, separados para cada uno de los distintos sectores del tráfico, está formado por la suma de gastos de explotación y cargos financieros correspondientes. Unos y otros establecidos de acuerdo con los correspondientes apuntes contables; clasificados, probablemente, por criterios más o menos tradicionales.

Si se reflexiona sobre el modo de clasificar los gastos de una explotación industrial cualquiera, es fácil caer en la cuenta, en una primera aproximación, de que dicha clasificación podría hacerse de acuerdo con los criterios que siguen:

- clasificación por naturaleza del gasto; en qué se ha gastado: personal, materiales, energía, etc.
- clasificación por responsabilidad del gasto; por quién se ha gastado o autorizado: Departamento, Servicio, etc.
- clasificación por finalidad del gasto; para qué se ha gastado: en el tráfico de pasajeros o de carga, etc. etc.
- clasificación por lugar; dónde se ha gastado: en tal zona, línea, estación, etc.
- clasificación por temporalidad; cuándo se ha gastado: mes, decena, etc.

Se comprende que los gastos pueden clasificarse en relación con cualquiera de dichos criterios, ramificándose sucesivamente. O si se quisiera, y ahora con la mecanización contable no sería difícil, en relación con todos y cada uno de ellos. Pero en las empresas de transporte por ferrocarril, empresas como se ha visto de producción múltiple a costos unitarios del mismo producto muy distintos unos de otros, la clasificación puede complicarse extraordinariamente.

En los primeros ferrocarriles, de acuerdo con el objetivo fundamental asignado a la contabilidad, de saber cuánto se había ganado o perdido en el ejercicio y cuánto habían costado las principales partidas adquiridas, los gastos de clasificación por naturaleza, indicándose además la dependencia a que correspondían. Por lo cual, dada la organización tradicional de las empresas ferroviarias por Servicios: Movimiento, Material y Tracción, Instalaciones Fijas, etc. etc., dicha asignación de los gastos a determinadas dependencias, venían a dar una idea sobre la finalidad perseguida.

/Probablemente nada

Probablemente nada aclara tanto lo que pasa, como el conocimiento y comprensión de la intencionalidad de lo que antes sucedió. Por ello es interesante recordar que en los primeros años del ferrocarril no existía ninguna preocupación de que las cuentas dieran información sobre los costos específicos a que estaban resultando las distintas unidades de tráficos utilizadas por el público. Ni tampoco sobre aquellas operaciones de explotación indispensables para la producción de los servicios ofrecidos. Pero cuando se fue viendo que convenía que los ingresos se ajustasen a los costos, hubo que perfeccionar los instrumentos estadísticos y contables para que fueran capaces de suministrar las informaciones que se necesitaban. Línea en la que se mueve, sin duda alguna, la Nomenclatura provisional de los gastos de explotación y cargos financieros, adoptada por la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas y que figura en el Anexo 2 de la Ficha 374-R de la UIC, tantas veces citada y que aparece, casi exactamente como Clase VIII, Contabilidad Analítica de Explotación en el Plan propuesto en la Ficha 313-R de 1° de enero 1967.

3.1.3 Los elementos parciales de la totalidad de los gastos de explotación y cargos financieros

Pero aunque la clasificación citada, como incluida en la parte del Plan Contable referente a la Contabilidad analítica de explotación esté orientada a la determinación de los costos de las distintas operaciones y servicios, no parece que de un modo inmediato cumpla su objeto primordial, por cuanto los costos totales, gastos de explotación y cargos financieros, se subdividen en los veinticinco elementos o sumandos parciales que figuran en el Anexo 5 de la Ficha 374-R.

En la figura 8, precisamente, para cada uno de los sectores de tráfico considerados, aparecen estos elementos o sumandos parciales, representados por las porciones 1, 2, 3, 4 ... correspondientes a los conceptos que siguen:

1. Administración y Gastos Generales.
2. Otros gastos generales:
 - a) Movimiento y Tráfico,
 - b) Tracción,
 - c) Material rodante,
 - d) Instalaciones Fijas.

3. Cargas sociales y patronales.
4. Impuestos y Tasas.
5. Gastos comerciales y diversos.
6. Accidentes.
7. Operaciones terminales en estaciones.
8. Carga, descarga y transbordo en estaciones.
9. Maniobras en estación.
10. Otros gastos en estaciones
11. Acompañamiento de trenes.
12. Acarreos.
13. Servicio general de Depósitos y preparación de vehículos motores.
14. Conducción del material motor.
15. Combustible o energía para tracción.
16. Engrase, materiales y diversos.
17. Mantenición y reparación de vehículos motores.
18. Mantenición y reparación de vehículos remolcados.
19. Amortización o renovación del material rodante.
20. Vigilancia de la vía, conservación o renovación de la vía y de las obras de arte.
21. Conservación y renovación de instalaciones en estaciones.
22. Conservación, renovación y vigilancia de instalaciones fijas de tracción eléctrica.
23. Conservación y renovación de instalaciones de señalización y de telecomunicación.
24. Cargos financieros.
25. Instalaciones imputadas a la cuenta de explotación; otras amortizaciones y renovaciones diversas.

En la ficha 374-R están asimismo consignadas qué partidas de la nomenclatura de los gastos de explotación y cargos financieros deben ser incluidos en cada uno de dichos veinticinco sumandos parciales.

Pero si se analizan aunque sólo sea superficialmente los sumandos mencionados, es fácil descubrir que cada uno de ellos está de un modo más o menos directo relacionado con los distintos servicios y operaciones producidos.

/Por ejemplo,

Por ejemplo, los consumos de combustible y energía guardan una relación directa con las toneladas-kilómetro brutas remolcadas; los gastos de conservación de la vía con los carros y coches-kilómetro o, mejor todavía, con los ejes-kilómetro; los gastos de mantención y renovación de vehículos remolcados con los coches-kilómetro en pasajeros, y carros-kilómetro en tráfico de carga, etc. etc. Lo cual quiere decir que al aumentar el tráfico, crecerán tales sumandos de acuerdo con los porcentajes variables correspondientes, punto 2.4, distintos, como es lógico, según cual sean las unidades de tráfico que se hayan considerado. Porcentajes que es posible determinar por análisis del gasto, buscando la parte del mismo que no cambia al variar el tráfico o por métodos estadísticos, como se ha hecho en los Estados Unidos por la ICC.^{4/} Pero el problema que se pretende considerar es el de buscar la variación cuando no hay proporcionalidad.

3.2. Algunos coeficientes sumamente indicativos del costo del tráfico

En cada uno de los sectores de tráfico considerados llega a conocerse el costo total dividido por partidas contables o por los indicados elementos parciales; y asimismo se conoce por información estadística las características cuantitativas del tráfico, por ejemplo para mercancías:

- las toneladas transportadas;
- las toneladas-kilómetro netas remolcadas; y
- las toneladas-kilómetro tasadas;

y asimismo se conocen también las prestaciones de explotación realizadas para producir las primeras:

- las toneladas-kilómetro brutas remolcadas;
- las toneladas-kilómetro completas.

La diferencia son las toneladas-kilómetro producidas por el movimiento de los vehículos motor;

- los carros-kilómetro (con facilidad puede pasarse ejes-kilómetro).
- Trenes-kilómetro.

Conocimiento que permite determinar por sencillas operaciones los coeficientes que siguen:

^{4/} Se trata de 33 elementos, algunos totalización de otros. "Explanation of rail cost": Statement N° 7-63; ICC, 1963, págs. 30 y ss.

α_3 : Toneladas-kilómetro brutas remolcadas por tonelada-kilómetro neta

Cociente de las dos citadas prestaciones, que, en general como valor medio, se mantiene para cada sector del tráfico relativamente fijo en la misma administración; aunque existan diferencias importantes de unas administraciones a otras.

Como muestra puede indicarse que dicho coeficiente ha tenido, con referencia al ejercicio de 1966 ^{5/} para el conjunto del tráfico de mercancías, en algunas Administraciones importantes los valores siguientes:

Administraciones de Ferrocarriles	$\alpha_3 = \frac{t. k. b. r.}{t. k. n. r.}$	
	Coeficiente	Número índice
Federales Alemanes	2.51	130
Nacionales del Canadá	1.93	100
RENFE	2.50	129
S.N.C.F.	2.43	127
Estados Italianos	2.32	120
Estado Polaco	1.93	100
Federales Suizos	2.76	143
Canadian Pacific	2.04	105
U.S.A.	2.10	108

De tales cifras se deduce, que, en general y como valor medio, la producción de una tonelada-kilómetro útil exige la producción adicional de una a una y media toneladas-kilómetro correspondientes al material portante; y que algunas administraciones para producir el servicio que ofrecen, necesitan, relativamente mover un tráfico medido en toneladas-kilómetro brutas, 43 por ciento mayor que otras. Naturalmente estas cifras se refieren a valores medios; es decir, siendo muy probable que existan líneas y servicios con resultados mejores y viceversa. Se ha visto, asimismo, que las tarifas deben estar en relación con los costos en cada tipo de tráfico; pero es obvio que esa relación que deben guardar las tarifas con los costos corresponde a los costos medios. La política comercial de una empresa de transporte

^{5/} Por excepción los datos de los Ferrocarriles Nacionales del Canadá corresponden al ejercicio 1965.

ferroviario, además de comprobar como se cumple la condición citada, consistirá en fomentar los servicios cuyo costo particular sea inferior a la tarifa, oponiéndose a los que se encuentren en una situación opuesta.

α_1 : Toneladas completas producidas por toneladas-kilómetro netas

Coefficiente que relaciona el servicio prestado no sólo con la carga remolcada, sino con el trabajo del material motor. Las toneladas-kilómetro completas, son igual a las brutas más las producidas por los propios motores. Deben tenerse además en cuenta los movimientos de los motores no directamente útiles. Es decir, los empleados en recorridos aislados, acoplados y en maniobras. Servicios auxiliares que pueden atribuirse y repartirse entre los distintos sectores de tráfico considerados o estimarse como un costo común.

α_4 : Carros-kilómetro por toneladas-kilómetro netas

No es un coeficiente enteramente definido. Los carros-kilómetro como unidad de explotación no están determinados si no se indica cuál es su recorrido en kilómetros, la tara y la carga medias de cada carro. Sin embargo, dentro de la misma empresa y en especial con referencia a determinados gastos: mantención y amortización del material rodante; desgaste y deterioro de la vía, etc. etc., el coeficiente de referencia puede resultar sumamente útil.

En relación a las Administraciones antes consideradas y con carácter meramente indicativo, dicho coeficiente, así como las taras, cargas y recorridos medios, tienen los valores siguientes:

Administraciones de ferrocarril	α_4 Carros-km t. k. n. r.	Tara media de un carro en toneladas	Carga media de un carro en toneladas	Recorrido medio de un carro en kilómetros
Federales alemanes	0.10	14.54	14.22	251.8
Nacionales del Canadá..	0.04	21.16	36.86	811.7
RENFE	0.12	12.25	12.55	329.7
S.N.C.F.	0.09	15.52	13.97	370.7
Estado Italiano	0.13	10.19	11.41	335.3
Estado Polaco	0.07	12.45	19.20	277.3
Federales suizos	0.13	13.14	10.74	127.0
Canadian Pacific	0.04	23.14	35.85	972.2
U.S.A.	0.04	24.72	37.16	1 020.5

sin que sea aconsejable, dadas sus diferentes características, establecer entre ellos comparación alguna.

A primera vista se observa que las taras son unas casi el doble que las otras. Las primeras corresponden a carros de cuatro ejes y a carros de dos ejes las segundas. Es fácil calcular por sencillas multiplicaciones los kilómetros-ejes por tonelada-kilómetro neta remolcada.

α_5 : Trenes-kilómetro movidos por tonelada-kilómetro neta remolcada

Tampoco es un coeficiente definido. No dice nada sobre el peso total del tren, sobre su recorrido y sobre su carga neta, en valores medios.

Sin embargo, dentro de la misma Administración, y en especial con referencia a determinados gastos: mantención y amortización del parque motor; engrase, materiales y diversos; conducción, etc. etc., el coeficiente de referencia puede resultar muy útil.

En las Administraciones consideradas y con carácter meramente indicativo, dicho coeficiente así como algunas otras características del servicio de trenes, tienen los valores que siguen:

Administraciones del ferrocarril	α_5 Trenes-km. t. k. n. r.	Peso medio remolcado por tren. (toneladas)	Carga útil media por tren. (toneladas)
Federales alemanes	0.003	806	320
Nacionales del Canadá	0.0008	2 394	1 233
RENFE	0.005	469	187
S.N.C.F.	0.003	766	315
Estado Italiano	0.004	655	279
Estado Polaco	0.002	1 100	567
Federales suizos	0.005	532	192
Canadian Pacific	0.0003	2 665	1 301
U.S.A.	0.0006	3 273	1 557

sin que sea aconsejable establecer entre ellos comparación alguna.

Se observa la enorme diferencia de peso medio de un tren entre los ferrocarriles europeos y los de América del Norte.

3.3. Aplicación a tráficos de diferentes características

La experiencia enseña que un sistema ferroviario extenso, operado por personal retribuido y ordenado de acuerdo con los mismos criterios; manipulando material motor y rodante de características análogas; adquiriendo la energía y los materiales que utiliza a los mismos precios; y siguiendo las mismas normas en la organización de las operaciones; existen para tráficos del mismo sector, grandes regularidades que pone en evidencia la estadística.

Regularidades que por la ley de los grandes números aparecen, a pesar de las diferencias particulares de perfil, velocidad, número y duración de las paradas, paso por estaciones de clasificación, diferente aprovechamiento del material, porcentaje de recorridos en vacío, etc. etc. que existen entre unas y otras secciones del sistema.

Por otra parte, conviene recordar, como se ha dicho, que los gastos de explotación no guardan todos la misma relación con las distintas características del tráfico que los ha originado. Algunos de ellos son como independientes del tráfico, al menos para variaciones relativamente reducidas; y otros guardan una dependencia más estrecha con alguna característica especial. Por ejemplo, el consumo de energía en tracción depende de las toneladas-kilómetro brutas remolcadas, del perfil de la vía, incluidas las curvas, y de la velocidad y paradas de los trenes; los gastos en estaciones, por carga y descarga, y acarreos, dependen principalmente de las toneladas transportadas; los de reparación del material motor dependen del recorrido de los vagones; y los de reparación de motores del recorrido de los trenes.

Puede, pues, pensarse en una clasificación de los gastos, en la que se reúnan y agrupen juntos a los que son proporcionales a alguna de esas características. Clasificación que sin duda resultaría más fácil y perfecta si los asientos contables hubieran sido previstos en relación con tal propósito. Pero aunque no se llegue a tal perfección se comprende pueden separarse los gastos, aprovechando las clasificaciones actuales, atendiendo por ejemplo los conceptos siguientes:

- I: Gastos invariables para incrementos relativamente pequeños del tráfico.
- II: Gastos principalmente dependientes de las toneladas expedidas.
- III: Gastos principalmente dependientes t.k.b.r.
- IV: Gastos principalmente dependientes de los carros-kilómetro.
- V: Gastos principalmente dependientes de los trenes-kilómetro.

/Como indicación

Como indicación del modo práctico de hacerlo, a continuación se figura la relación de los elementos en que se descompone el costo total -- Anexo 5, de la Ficha 394-R -- indicándose al lado de cada uno de dichos elementos a cual de los cinco conceptos establecidos corresponde:

Cuadro 1

ELEMENTOS O SUMANDOS DEL COSTO TOTAL

<u>Clasificación</u>		<u>Observaciones</u>
I	1. Administración y Gastos Generales.	
I	2. Otros gastos generales.	
I	3. Cargas sociales y patronales.	
I	4. Impuestos y tasas.	
I	5. Gastos comerciales diversos.	
I	6. Accidentes.	
II	7. Operaciones terminales en estaciones) Puede fijarse un) coeficiente de) gasto para esta-) ciones de clafi-) ficación
II	8. Carga, descarga y transbordo en estaciones.	
II	9. Maniobras en estación.	
II	10. Otros gastos en estaciones.	
V	11. Acompañamiento de trenes.	
II	12. Acarreos.	
V	13. Servicio General de Depósitos y prepara- ción de vehículos motores.	
V	14. Conducción del material motor.	Puede subdividirse para tener en cuenta paradas y velocidad.
III	15. Combustible o energía para tracción.	
V	16. Engrase, materiales y diversos.	
V	17. Manutención y reparación de vehículos motores.	
IV	18. Manutención y reparación de vehículos remolcados.	
I	19. Amortización o renovación del material rodante.	
IV	20. Vigilancia de la vía, conservación o renovación de la vía y de las obras de arte.	Es más complicado para grandes incre- mentos de tráfico.
I	21. Conservación y renovación de insta- laciones en estaciones, depósitos y talleres, edificios y alojamientos de servicio.	

Quadro 1 (concl.)

<u>Clasificación</u>		<u>Observaciones</u>
I	22.	Conservación y renovación y vigilancia de instalaciones fijas de tracción eléctrica.
I	23.	Conservación y renovación de instalaciones de señalización y de telecomunicación.
I	24.	Cargos financieros.
I	25.	Inmovilizaciones imputadas a la cuenta de explotación; otras amortizaciones diversas.

Cuadro 2

NOTACIONES

	Datos tráfico	
	Sector de tráfico con características deducidas <u>ex-post</u> de los datos estadísticos y contables (1)	Incremento de tráfico de la misma categoría pero con circunstancias diferentes (2)
Número de toneladas transportadas	$\underline{Nt} = O_1 A_2$	$\underline{N't}$
Número de t.n.n.r.	$\underline{Nn} = O A_1$	$\underline{N'n}$
Número de t.k.b.r.	$\underline{Nb} = O_2 A_3$	$\underline{N'b}$
Número de t.k.c.	\underline{Nc}	$\underline{N'c}$
Número de carros-km	$\underline{V} = O_3 A_4$	$\underline{C'}$
Número de motores-km	\underline{M}	$\underline{M'}$
Número de trenes-km	$\underline{T} = O_4 A_5$	$\underline{T'}$
Costo total	$\underline{Ct} = A_1 M_1$	$\underline{C't}$
Costo t.k.n.r.	$\frac{Ct}{Nn} = n = \frac{A_1 M_1}{O A_1}$	n'
Costo t.k.b.r.	$\frac{Ct}{Nv} = a = \frac{A_1 M_1}{O_2 A_3}$	a'
Rampa media		
Número horas tren parado	\underline{H}	$\underline{H'}$
Velocidad en marcha km/hora		
Relación $\frac{t.k.b.r.}{t.k.n.r.}$	$\underline{\alpha_3}$	$\underline{\alpha'_3}$
Relación $\frac{t.k.c.}{t.k.n.r.}$	$\underline{\alpha_1}$	$\underline{\alpha'_1}$
Relación $\frac{\text{Carros-km}}{t.k.n.r.}$	$\underline{\alpha_4}$	$\underline{\alpha'_4}$
Relación $\frac{\text{Trenes-km}}{t.k.n.r.}$	$\underline{\alpha_5}$	$\underline{\alpha'_5}$
Gastos independientes de tráfico.	$\underline{G_1} = A_1 A_2$	$\underline{G'_I}$

/Cuadro 2 (concl.)

Cuadro 2 (concl.)

	Datos tráfico	
	Sector de tráfico con características deducidas <u>ex-post</u> de los datos estadísticos y contables (1)	Incremento de tráfico de la misma categoría pero con circunstancias diferentes (2)
Gastos dependientes Tn. expedida..	$G_{II} = A_2 A_3$	G'_{II}
id. id. t.k.b.r.....	$G_{III} = A_3 A_4$	G'_{III}
id. id. carros-kilómetro..	$G_{IV} = A_4 A_5$	G'_{IV}
id. id. trenes-kilómetro..	$G_V = A_5 M_1$	G'_V
Gastos de energía	G_e	G'_e
Gasto personal de conducción	G_c	G'_c
Gasto personal acompañamiento de trenes	G_a	G'_a
Gasto de manutención y reparación de material motor	R_m	R'_m
Gasto de manutención y reparación de material rodante	R_r	R'_r

Nota: Las letras subrayadas representan valores conocidos; el resto son valores a determinar. Las letras se refieren a la figura 12.

Los gastos totales del sector considerado quedarían así agrupados en los cinco conceptos de referencia. Si conviniera fácilmente podría aumentarse el número de conceptos o porciones subdividiendo cualquiera de ellos en nuevos sumandos parciales proporcionales a otras características del tráfico.

Se usan las notaciones que figuran en el Cuadro 2 de la página 38, refiriéndose los de la columna (1) al sector del tráfico que sirve de base a la investigación y los de la columna (2) al tráfico de la misma clase, aunque de características distintas, que se desea incrementar.

La justificación de los cálculos, sumamente sencilla, casi es de sentido común, aparece en la figura 12, página 41, siendo los resultados finales los siguientes:

Conjunto del sector:

$$\text{Costo total} = C_t = G_I + G_{II} + G_{III} + G_{IV} + G_V$$

$$\text{Costo unitario t.k.n.r.: } c_t = \frac{G_I + G_{II} + G_{III} + G_{IV} + G_V}{N_n}$$

Incremento del tráfico:

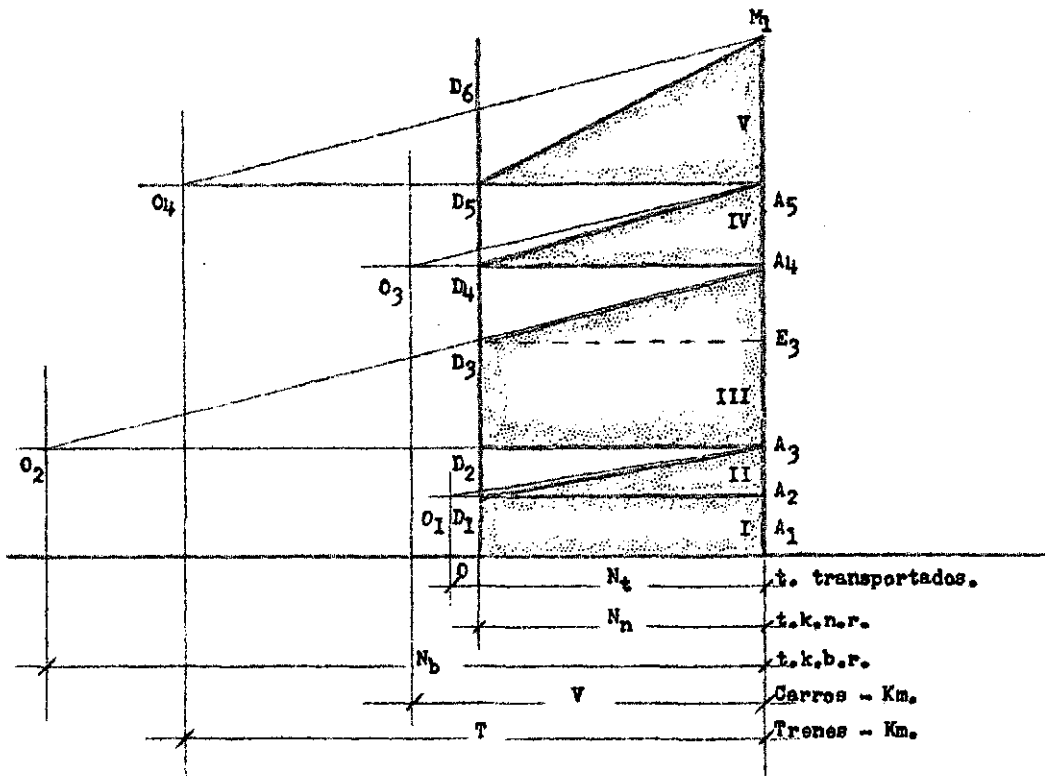
$$\text{Costo unitario t.k.n.r.: } c'_t = c'_1 + c'_2 + c'_3 + c'_4 + c'_5 =$$

$$= \frac{G_I}{N_n} + \frac{G_{II}}{N_n} \frac{\alpha'_2}{\alpha_2} + \frac{G_{III}}{N_n} \frac{\alpha'_3}{\alpha_3} + \frac{G_{IV}}{N_n} \frac{\alpha'_4}{\alpha_4} + \frac{G_V}{N_n} \frac{\alpha'_5}{\alpha_5}$$

Si se quisiera conocer el costo total del incremento de tráfico, bastaría multiplicar el costo unitario por su volumen medido en toneladas-kilómetro netas remolcadas.

La expresión anterior del costo unitario del nuevo tráfico, conocida en todos sus términos, por supuesto aproximada, aunque su exactitud podría aumentarse aumentando el número de conceptos o porciones del gasto a considerar, tiene la ventaja de ser fácilmente adaptable a su manipulación en calculadora electrónica, construyendo un modelo para cada una de las porciones del gasto seleccionadas. En todo caso y antes de disponer de tales máquinas, puede ser operada de una manera convencional, lo cual hace más interesante la continuación del estudio de sus posibilidades de aplicación.

Figura 12



Porción I: Independiente del tráfico

$$\text{Costo por t.k.n.r.} = C_1 = \frac{A_1 A_2}{O A_1} \text{ (Constante para todos los tráficos)}$$

Porciones II, IV, V: Dependientes del tráfico.

Para IV

Relación $\frac{\text{Carros-Km.}}{\text{t.k.n.r.}}$

Para conjunto sector: $\alpha = \frac{O_3 A_4}{D_4 A_4}$

Para incremento tráfico: $\alpha^1 = \frac{O_3^1 A_4^1}{D_4^1 A_4^1}$

Conjunto sector

Incremento A_4^1

Costo t.k.n.r.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Conjunto sector: } C_4 = \frac{A_5 A_4}{D_4 A_4} = \frac{O_3 A_4 \operatorname{tg} \gamma}{D_4 A_4} = \alpha_4 \operatorname{tg} \gamma \\ \text{Incremento: } C_4^1 = \frac{A_5^1 A_4^1}{D_4^1 A_4^1} = \frac{O_3^1 A_4^1 \operatorname{tg} \gamma}{D_4^1 A_4^1} = \alpha_4^1 \operatorname{tg} \gamma \end{array} \right\} \quad \frac{C_4}{C_4^1} = \frac{\alpha_4}{\alpha_4^1} \quad C_4^1 = C_4 \frac{\alpha_4^1}{\alpha_4} = \frac{A_5 A_4 \alpha_4^1}{N_n \alpha_4}$$

Porción III. Dependiente, principalmente, t.k.b.r.

Relación $\frac{\text{t.k.b.r.}}{\text{t.k.n.r.}}$

Conjunto sector: $\alpha_3 = \frac{O_2 A_3}{D_2 A_3} = \frac{A_4 A_3}{A_4 E_3}$

Incrementos: $\alpha_3^1 = \frac{O_2^1 A_3^1}{D_2^1 A_3^1} = \frac{A_4^1 A_3^1}{A_4^1 E_3^1}$

Conjunto sector:

Incrementos:

Costo t.k.n.r.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Conjunto sector: } C_3 = \frac{A_4 A_3}{D_2 A_3} = \frac{\alpha_3 A_4 E_3}{D_2 A_3} \\ \text{Incremento: } C_3^1 = \frac{A_4^1 A_3^1}{D_2^1 A_3^1} = \frac{\alpha_3^1 A_4^1 E_3^1}{D_2^1 A_3^1} \end{array} \right\} \quad \frac{C_3}{C_3^1} = \frac{\alpha_3}{\alpha_3^1} \quad \dots \quad C_3^1 = C_3 \frac{\alpha_3^1}{\alpha_3} = \frac{A_4 A_3 \alpha_3^1}{N_n \alpha_3} \dots$$

