

LONGITUD VIRTUAL EN LOS FERROCARRILES CHILENOS.

TROCHA 1.^m68.

Para proyectar un ferrocarril o comparar las variantes de un trazado es indispensable determinar el gasto anual, que demandará el tráfico previsto en él. Los datos comparativos obtenidos en otros países deben ser tomados con mucha reserva, a causa de la diversa preparación de los agentes empleados i del enorme recargo en los artículos de consumo. Se impone, pues, el estudio previo de nuestros ferrocarriles, de sus gastos de explotación i de la influencia, sobre estos gastos, del perfil, del tráfico i de los valores de materiales i jornales.

*
* *

Los datos sobre nuestros ferrocarriles del Estado son los mas seguros i completos, i los comprendidos entre los años 1894 a 1897 son los mas recientes i mas apropiados. Para mayor sencillez, colocaré en cuadros los datos i resultados pertinentes, haciendo una discusión de sus diversos ítems.

Cuadro I.—Columna a.—Contiene los gastos del tráfico total de la Red Central, en los años 94 a 97, tales como aparecen en las Memorias respectivas;

b. La parte de gastos hechos en moneda corriente, por sueldos i materiales del país;

c. La parte de gastos hechos en materiales importados.—El carbon que sigue las fluctuaciones del cambio representa como el

60% de esta partida; el resto proviene del gasto en fierros, aceros, etc., cuyo precio de compra sería imposible fijar en oro. He reducido entónces estas unidades a unidad-carbon, cuyo precio medio es conocido i he dado a esta unidad-carbon el valor que tuvo en 1897, o sea al cambio teórico de 18 d. De esta manera separados los gastos *b* i *c* quedan independiente del cambio;

d. La suma de *b* i *c*, o sea los gastos totales del tráfico, despues de igualar las condiciones del cambio en los cuatro años;

e. La proporcion entre el costo de un pasajero-kilómetro i de una tonelada-kilométrica. El promedio de los cuatro años sería 0.76; pero, como hai una débil tendencia al aumento, estimo prudente calcular en adelante sobre una proporcion de 0.80;

f. El tráfico de carga;

g. El 80% del tráfico de pasajeros;

h. La suma de *f* i *g*, o sea el tráfico total. *f*, *g* i *h* están expresados en millones de unidades kilométricas;

i El cuociente de *d* por *h* o sea el costo medio de la unidad kilométrica.

CUADRO I.

		1894	1895	1896	1897
<i>a</i>	Gastos segun Memorias.	11.521,000	13.453,000	13.291,000	11.579,000
<i>b</i>	Id. en m. c.....	6.800,000	7.840,000	8.150,000	7.240,000
<i>c</i>	Id. en m. 18 d.....	3.560,000	4.260,000	4.360,000	4.340,000
<i>d</i>	Id. al mismo tipo....	10.360,000	12.100,000	12.510,000	11.580,000
<i>e</i>	Prop. pasajeros-carga....	0.71	0.73	0.85	0.74
<i>f</i>	Tráfico de carga.....	320.2	330.8	354.8	311.6
<i>g</i>	Id. pasajeros (80%)...	170.3	161.0	175.2	175.0
<i>h</i>	Id. total de U. K.....	490.5	491.8	530.0	486.6
<i>i</i>	Costo de la U. K.....	0.0212	0.0246	0.0236	0.0238

El promedio de los cuatro valores obtenidos para el costo de la U. K. es \$ 0.0233, número casi igual al obtenido en los años 96 i 97. Las diferencias en los años 94 i 95 se esplican por no haberse dado el primer año amplitud suficiente a la conservacion, lo que recargó los gastos del segundo año.

El promedio de \$ 0.0233, representa, pues con exactitud el costo actual de la U. K. en la Red Central. 35.5% de este gasto es en oro de 18 d, o mas exactamente en combustible arneado a \$ 12.50 la tonelada. Si se desea un conocimiento cabal de la distribucion % de los gastos:

Gastos de sueldos i materiales del pais.....	64.5 %
Id. . combustible.....	20.5 „
Id. fierros, aceros, maderas importadas.....	8.0 „
Id. otros materiales id.....	7.0 „

*
* *

La Red Central se encuentra dividida en tres secciones; pero la estadística no indica separadamente sus gastos en los diversos años. En el año 95 aparecen todos los datos necesarios, pero en los años 94, 96 i 97 sólo he podido distribuir en las tres secciones m/m el 70% de los gastos con exactitud i el 30% restante sólo prudencialmente. Por esta razón en el Cuadro, II al establecer los promedios, he tomado las diferencias en proporcion de 1 : 3, excepto naturalmente para el total, que está exacto. Se ha hecho la reduccion de moneda, como en el cuadro I i la pequeña correccion de totales al promedio \$ 0.0233 de los cuatro años.

CUADRO II.

	1895	94-96-97	PROMEDIO
Costo por U. K. en 1. ^a Seccion.....	0.0300	0.0308	0.0302
Id. 2. ^a id	0.0237	0.0257	0.0242
Id. 3. ^a id	0.0186	0.0171	0.0182
Id. Red Central.....	0.0233	0.0233	0.0233

*
* *

Los gastos apuntados en el cuadro II se componen principalmente de dos sumandos: los gastos mínimos que se harían en la región para líneas horizontales i los excesos que provienen de las sinuosidades del perfil; pero también ejercen influencia apreciable, aunque menor, las diferencias que hai para las diversas secciones: en las distancias de transporte, en la intensidad del tráfico, en el sentido de la carga, en las exigencias del servicio i en el valor de los jornales. Determinaré en particular la corrección debida a cada una de estas diferencias y los errores resultantes de cada cálculo no podrán ser de consideración. En todo caso las apreciaciones i comparaciones que sirvan de base tendrán la misma influencia que en todo otro sistema de cálculos de transportes.

Distancia de transporte.—Para calcular las diferencias en los costos de transportes según su distancia, tomaré como base las tarifas diferenciales del Estado francés, que consideran ménos que otras el gasto de peaje. Según ellas una mercadería de 4.^a clase que pagase 1 a la distancia de 150 km., media de la Red Central, pagaría 1.03 a la distancia de 118 km., que corresponde á nuestra primera sección, i 0.95 a 193 km. que corresponden a la tercera: la segunda sección permanecería constante. En Chile, donde se toma ménos en cuenta el peaje i donde los gastos propios de la tracción son relativamente mayores, las diferencias serían aun menores, i estimo prudencialmente que, unificadas en 150 km. las distancias de transporte de las tres secciones, habría que rebajar 2% al costo dado para la primera i aumentar en 3% el anotado para la tercera.

Intensidad del tráfico.—Ésta es en las diversas secciones i por kilómetro de vía:

Primera sección	600,000	U. K., ^m /m	30,000	francos.
Segunda id.	390,000	id.	20,000	id.
Tercera id.	260,000	id.	13,009	id.
Red Central	370,000	id.	18,000	id.

Nuestras estadísticas no nos permiten apreciar la influencia de las variaciones del tráfico sobre el costo del transporte. Si calculamos éstos por la fórmula de Baum, en la parte no influenciada por el perfil, las diferencias nos darian las correcciones por hacer en Europa. Dadas las condiciones del servicio por una parte i el costo de materiales por otra, en Chile los gastos independientes del tráfico son mucho menores i los resultados anteriores deberian reducirse a los $\frac{1}{2}$. En definitiva, adoptando como base el tráfico medio de la Red Central, el costo dado anteriormente para la primera seccion deberia aumentarse el 5% i en 1% el de la segunda: el de la tercera debe disminuirse en 6%.

Sentido de la carga.—El sentido de la carga es proximately igual en la primera seccion. En la segunda hai una notable diferencia de recargo a la subida. En la tercera la diferencia es pequeña, i, dada la poca pendiente, no la tomaré en cuenta. El promedio de toda la Red da 58% a la subida i 42% a la bajada. La correccion, hecha en grande escala sobre la segunda seccion, seria considerable, como tambien los errores resultantes; pero en la Red entera, donde la diferencia no es grande en vista de la utilizacion del material, se puede llegar a un resultado mas o ménos próximo. Si tomamos como costo a la bajada el mismo que en una línea de nivel = \$ 0.0165, como veremos mas adelante, el de subida seria:

$$x = \frac{0.0233 - 0.42 \times 0.0165}{58} = 0.0283,$$

i si el tráfico fuera igual en ambos sentidos, el valor medio seria

$$y = \frac{1}{2}(0.0283 \times 0.0165) = 0.0224.$$

En cuanto a la segunda seccion, no la tomaré en cuenta para lo futuro, sino como parte integrante de la Red.

Exijencias del servicio.—Aquí seria imposible llegar por artificios de cálculo a una estimacion sumaria de las correcciones. Las

dos causas principales que reflejan sobre el aumento de velocidad en la primera seccion i disminucion de la utilizacion del material en las otras dos, dejan cierta impresion de equilibrio con que es menester conformarse.

Variacion de los jornales.—Procediendo por agrupaciones se puede llegar a un resultado mas o ménos aproximado, cuya influencia sobre los gastos totales serian de

Disminuir en 8% los gastos de la 1.^a seccion.

Aumentar en 3% id. 2.^a id.

Id. en 5% id. 3.^a id.

Pero como es indudable que las dificultades propias de cada perfil obligan por sí solas a variar los jornales, estimo prudente reducir los números anteriores a 6—2 i 4%.

Reasumiendo, tendríamos que debe hacerse las siguientes correcciones totales del cuadro II;

Disminuir en 3% el costo en la 1.^a seccion.

Aumentar en 1% id. 3.^a id.

Reducir a 0.0224 el costo medio en la Red Central i no considerar la segunda seccion, quedando en definitiva:

CUADRO III.

Costo de la U. K. en la 1. ^a seccion.....	\$	0.0293
Id. 3. ^a id.....		0.0184
Id. Red Central.....		0.0224

Como se vé la magnitud de la correccion total no es de consideracion i los errores deben ser mui limitados.

*
* *

Los números encontrados en el cuadro III representan la proporcion de los coeficientes virtuales totales de las tres líneas a que se refieren. La tercera seccion, como se sabe, es mui plana i su coe-

ficiente virtual debe ser mui pequeño; no habrá pues error al considerarlo por los coeficientes europeos, sobre todo usando los dados por Roy, que, por ser mas altos, deben convenir mas a nuestras líneas. Operando así, he encontrado el número 1.10 i el gasto de la U. K. en terreno horizontal seria entónces:

$$0.0184 : 1.10 = 0.0166$$

Los coeficientes virtuales totales, es decir referidos a la suma de los gastos, serian entónces:

Primera seccion.....	1.77
Tercera seccion.....	1.10
Red Central.....	1.35

He encontrado en Roy el resultado de un estudio hecho por M. Desgranges sobre los ferrocarriles austriacos, algunos de los cuales, como el Semmering, tienen largas rampas de hasta 25% i que pueden compararse a los nuestros. Este resultado consigna el precio de costo de la U. K. segun las pendientes medias, cuya proporcion seria tambien lo de sus coeficientes virtuales equivalentes. Aplicando estos coeficientes a la línea del Estado, he encontrado números inferiores a los encontrados directamente i que son 1.57, 1.08 i 1.28 en lugar de 1.77, 1.10 y 1.35. A pesar de haber tratado de tomar estos datos con toda la exactitud del caso, considero, como medida prudencial, hacer una pequeña correccion de la cuarta parte de esta diferencia i dejar los coeficientes virtuales como se indica en el cuadro IV.

CUADRO IV.

Coeficiente virtual de la primera seccion.....	1.71
Id. tercera id.....	1.10
Id. Red Central.....	1.32

Para llegar a este resultado he hecho una lijera traslacion de la curva de los coeficientes Roy i determinado los valores de los coeficientes parciales, que se anotan en la segunda línea del cuadro V, para las diversas pendientes de la primera línea del mismo.

CUADRO V.

R%	0	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Coef	1.00	1.00	1.10	1.30	1.50	1.80	2.15	2.50	2.85	3.20	3.50	3.85	4.20	4.55	4.90

*
* *

La organizacion de los servicios en los ferrocarriles del Estado no ha llegado aun a su completo perfeccionamiento i creo que se podria contar para lo futuro con una economía de 12%. Partiendo de esta base, haciendo coexistir los datos de los Cuadros III i IV he formado el cuadro VI, que da para diversos coeficientes virtuales totales el costo de la U. K. en moneda corriente, en oro de 18 d. i el total.

CUADRO VI.

Coef. virt. tot.....	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80
Gastos m/c.....	0.0099	0.0108	0.0117	0.0126	0.0135	0.0144	0.0152	0.0160	0.0168
Id. oro.....	0.0051	0.0057	0.0063	0.0069	0.0075	0.0081	0.0088	0.0095	0.0102
Id. total.....	0.0150	0.0165	0.0180	0.0195	0.0210	0.0225	0.0240	0.0255	0.0270

Al terminar este trabajo, declaro que no es mi ánimo tratar de generalizar el procedimiento de los coeficientes virtuales, para determinar el costo de explotacion de una línea. Pero como en muchas

circunstancias es de reconocida utilidad, se hacia necesario aclimatarlo a las condiciones de nuestro pais, el cual objeto he perseguido en estas líneas. Se encontrarán a lo ménos la mayor parte de los datos para que cada cual, con su criterio propio, pueda fácilmente hacer las modificaciones que estime mas exactas.

EDUARDO BARRIGA.

Santiago, Mayo 8 de 1899.

