

ANALES
DEL
INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Estudio sobre la electrificación de los ferrocarriles
(Red Central)

POR

RAFAEL EDWARDS S. Y RICARDO SOLAR P.

(Comisión designada por la Dirección de los Ferrocarriles)

(Conclusión)

VIII. Reparación de locomotoras.—Esta partida comprende todos los gastos directos exigidos por las reparaciones de cualquier naturaleza efectuadas en las locomotoras, ya sea en las maestranzas o en las casas de máquinas. Los gastos generales de maestranza y los sueldos del personal superior no están comprendidos en este ítem.

El costo de las reparaciones de locomotoras durante el año 1917 lo hemos deducido de los datos contenidos en las memorias mensuales enviadas por las maestranzas de zona al Departamento. En el Anexo N.º 11 se encuentran expuestas las operaciones realizadas para fijar los valores que se indican a continuación:

	Jornales \$ m. c.	Materiales \$ m. c.	Total \$ m. c.
1.ª zona.....	816 612 —	689 913.—	1 506 525.—
2.ª zona.....	1 416 614.—	628 524.—	2 045 138. —
3.ª zona.....	708 249.—	421 200.—	1 129 449.—
4.ª zona.....	269 811.—	80 414.—	350 225.—

El valor de las reparaciones de locomotoras de vapor deducido del examen de las cuentas de maestranzas de 1917, es exagerado, en primer lugar, por elevado precio de los materiales en el año considerado, y en segundo lugar porque estas reparaciones han sido hechas en talleres anticuados, que pronto deben quedar excluidos del servicio y reemplazados por los de la maestranza central en construcción.

Son tan complejas las operaciones que comprende una reparación, que es bien difícil deducir el monto de la economía que puede obtenerse en esta partida de un estudio detallado de los costos parciales que rigen actualmente y los que podrán alcanzarse en los nuevos talleres. Tampoco puede servir de base muy rigurosa para apreciar la reducción del costo de las reparaciones de locomotoras, el examen de los costos de otros ferrocarriles, por la influencia considerable que en ellos tienen los factores locales.

Las unidades que sirven generalmente para expresar los costos de reparación son la locomotora-kilómetro, la tonelada-kilómetro de locomotoras, o el HP hora desarrollado por las locomotoras. Con la primera unidad no se hace distinción entre locomotoras de diversa potencia, lo que conduce naturalmente a errores, a segunda unidad toma en cuenta este factor en una forma indirecta, ya que en general el peso es proporcional a la potencia; la tercera unidad es la más racional, pero se presta difícilmente a comparaciones ya que nos es común que las empresas ferroviarias lleven una estadística del trabajo desarrollado por sus locomotoras. Aún cuando se dispusiera de los datos referentes a la energía gastada por las locomotoras, las comparaciones entre diversos ferrocarriles tomados aisladamente no permitirían deducir conclusiones ciertas; basta tomar en cuenta que la calidad del agua de alimentación por sí sola puede influir en un 50% en el costo de las reparaciones.

Como el fin que perseguimos en este estudio es apreciar la economía que se obtendría en la partida «Reparación de locomotoras» una vez implantada la tracción eléctrica, los valores relativos tienen más importancia que los valores absolutos, y, por lo tanto, no se cometería un error apreciable, si para estimar la reducción del ítem de que se trata, consideramos como relación entre el costo de las reparaciones de locomotoras de vapor y de locomotoras eléctricas, la que se deduce del examen de esta partida de gastos en los ferrocarriles Norte-Americanos.

Como costo de las reparaciones de las locomotoras de la red central durante el año 1917, tomaremos el que resulta de la aplicación al número de locomotoras-kilómetros, de ese año, del costo por locomotora-kilómetro deducido de las estadísticas de 7 ferrocarriles norteamericanos cuyas locomotoras de vapor tienen características análogas a las de nuestras locomotoras.

Este valor medio es de 5.2 centavos oro americano o \$ 0,22 m. c. por locomotora-kilómetro, como lo indica el cuadro siguiente:

Ferrocarril (1914)	Esfuerzo de tracción de las loco- motoras	Costo de las repara- ciones por loco- motora kiló- metro
	Kgs.	Dollars
Long Island	10 200	0 057
Bangoi and Arcostook	10 600	0 039
Detroit Mackinac	8 800	0 052
Atlantic Coast Line	10 300	0 049
Yazoo and Mississippi Valley	9 100	0 063
Norfolk Southern	9 500	0 045
Texas Pacific	9 700	0 056
Término medio	9 740	0 052

Como valor de las reparaciones de locomotoras eléctricas hemos tomado el costo por locomotora-kilómetro que se desprende de los resultados de la explotación publicados por algunos ferrocarriles que han electrificado parte de sus líneas-

Ferrocarril (1914)	Número de loco- motoras	Peso medio	Costo de reparacio- nes por loco- motora- kilómetro
		T.	dollars
Baltimore Chio	13	84	0 028
Butte Anaconda Pasific	17	72	0 033
New York Central	63	108	0 025
Pennsylvania R.R. Co.	34	141	0 036
F. C. del Estado Italiano	150	66	0 030
Valor medio			0 030

Aplicando el kilometraje de locomotoras de vapor en la 1ª zona, durante 1917, y al kilometraje calculado como necesario para realizar en la misma zona el mismo servicio de pasajeros, de carga y de patio, con locomotoras eléctricas, se llega a las cifras que se indican a continuación: (1)

	SERVICIO DE VAPOR			Diferencia
	Valor de las reparaciones según las cuentas del Dep. de T. y M.	Valor calculado a razón de 0.22 m. c. por loc. kil. que sirve de base para este estudio	Valor de las reparaciones de locomotoras eléctricas (0.13 m. c. loc. k.)	
	m. c.	m. c.	m. c.	m. c.
1ª zona	1 506 525	799 000	299 000	500 000
2ª zona	2 045 138	1 204 000	450 000	754 000
3ª zona	1 129 449	1 270 000	475 000	795 000
4ª zona	350 225	654 000	244 000	410 000
Red	5 031 337	3 927 000	1 468 000	2 459 000

Los valores que figuran en el cuadro para la 2ª, 3ª y 4ª zonas no han sido determinados directamente, sino que han sido fijados aplicando la relación encontrada para la 1ª zona.

* *

IX. Personal de trenes.—Esta partida, que comprende los sueldos y jornales de conductores, ayudantes y palanqueros, se reduce algo con la tracción eléctrica por la mayor velocidad de los trenes de pasajeros y de carga y por el menor número de trenes de carga que se necesita para realizar la misma movilización.

Tomaremos sólo en cuenta la economía que se obtiene en el personal de conductores y ayudantes de trenes de carga por la reducción de la cantidad de trenes destinados a este servicio.

(1) La reducción a moneda corriente se ha hecho sobre la base de un cambio de 12 d. o sea a razón de \$ 4.20 por dollar.

En la 1ª zona el gasto del personal a sueldo de los trenes de carga (conductores y cabos), ascendió a \$ 215.500 en el año 1917, para un servicio medio de 12 trenes diarios en cada sentido, entre Valparaíso y Santiago y dos trenes también en cada sentido entre Valparaíso y Los Andes.

Con tracción eléctrica la misma movilización puede hacerse con 5 pares de trenes directos entre Valparaíso y Santiago y 1 par de trenes entre Puerto y Los Andes

El personal necesario podrá seguramente reducirse a la mitad y tendrá un trabajo más liviano por la menor duración del viaje con tracción eléctrica.

La economía mínima en esta partida será por lo tanto, de \$ 107 500 en la 1ª zona. Como los resultados en el resto de la red serán semejantes a los indicados para la 1ª zona, tendremos como reducción total de esta partida la que se indica a continuación:

	Gasto actual	Costo después de establecido el servicio eléctrico	Diferencia
1ª zona.....	215 500	108 000	107 500
2ª zona.....	200 000	100 000	100 000
3ª zona.....	212 500	106 000	106 500
4ª zona.....	84 500	42 000	42 500
Red.....	712 500	356 000	356 500

* * *

X. Alumbrado de trenes y estaciones.—En el año 1917, el alumbrado de las estaciones impuso a la Empresa un gasto de \$ 486 394 m. c. que se descompone como sigue:

	Materiales para alumbrado no eléctrico	Alumbrado eléctrico producido por la Empresa (1)		Energía eléctrica comprada	Total
		Jornales	Material		
	\$ m. c.			\$ m. c.	\$ m. c.
1ª zona.....	48 394 (2)			127 150	175 544
2ª zona.....	53 494	(7 500)	(19 000)	122 350	175 844
3ª zona.....	49 138			6 500	55 638
4ª zona.....	39 468	(15 600)	(29 000)	39 900	79 368
					486 394

El alumbrado de las estaciones fué insuficiente durante el año 1917, como lo es en la actualidad.

El costo de la energía eléctrica necesaria para realizar el mismo servicio que en el año considerado una vez electrificada la red central, será muy reducido, por el bajo precio a que podría adquirirse la energía.

El precio medio actual del kilowatt-hora comprado por la Empresa para alumbrado es superior a \$ 0.20 oro de 18 d. y el precio a que se podría adquirir o producir la energía eléctrica la Empresa para la tracción y los servicios secundarios, incluyendo el alumbrado, es de \$ 0.04 oro de 18 d. por kilowatt-hora.

Tomando en cuenta la fracción de los gastos de alumbrado independiente de la energía consumida, hemos estimado que el monto de la partida «alumbrado de estaciones» puede reducirse con la tracción eléctrica, a las sumas que se indican en seguida:

(1) Los datos correspondientes a este gasto nos han sido suministrados en forma muy incompleta; en atención a su poco monto en relación a los demás gastos que se examinan, hemos preferido no tomarlos en cuenta en este estudio.

(2) Los gastos en Oro de 18 d. están reducidos a moneda corriente al tipo de cambio medio de 1917, que correspondió a un recargo de 47,32 %.

	Gasto actual	Gasto con tracción eléctrica
1ª zona.....	\$ 175 544 m. c.	\$ 44 000 m. c.
2ª zona.....	» 175 844 »	» 44 000 »
3ª zona.....	» 55 638 »	» 14 000 »
4ª zona.....	» 79 368 »	» 20 000 »

En realidad, el gasto en alumbrado una vez implantado el servicio eléctrico de tracción, será superior, porque en atención al reducido precio de la energía, las estaciones serán mejor alumbradas.

En el caso de la 1ª zona, por ejemplo, hemos estimado en 450 kilowatts la potencia necesaria para un alumbrado suficiente; de esta potencia, 100 kilowatts corresponden al servicio de las oficinas y 350 kilowatts a los patios y andenes.

El gasto de alumbrado de trenes también será menor con la tracción eléctrica, como fácilmente se comprende, ya que la energía eléctrica producida para este servicio con la tracción a vapor es más costosa que la energía captada por la locomotora eléctrica en el hilo de contacto y transformada en su tensión y a veces en su frecuencia para ser empleada en el alumbrado del tren. Por otra parte, los gastos de reparación de las baterías de acumuladores usados en este servicio, se evitan con la tracción eléctrica. Este último ítem que es el que tiene mayor influencia, no ha sido posible determinarlo por falta de datos sobre el valor que representa en la actualidad el costo directo de la reparación de acumuladores. Por esta razón no hemos tomado en cuenta las economías que es posible introducir en esta partida.

La tracción eléctrica permitirá además establecer con un costo reducido de instalación y de explotación, la calefacción eléctrica en los coches de pasajeros.

*
**

XI.—Conservación de la vía.—Los diversos ítems de gastos comprendidos en esta partida deben reducirse con el cambio de sistema de tracción. En efecto aunque una importante fracción de gasto de conservación y renovación de la vía y obras de arte, depende más bien de las condiciones climatéricas que del tráfico, la influencia de la forma en que éste se efectúa puede ser apreciable en el valor total de la partida. Una misma movilización puede realizarse en una línea electrificada con un menor número de locomotoras-kilómetros, por la mayor potencia de las locomotoras eléctricas con respecto a las de vapor; además, debido al menor

peso por eje de las primeras, las fatigas en rieles, durmientes y obras de arte serán menores.

La ausencia de órganos de movimiento alternativo es otro factor que interviene en favor de la tracción eléctrica al estimar los costos de conservación y renovación de la vía.

El eclisaje de cobre entre los rieles es un nuevo elemento que se introduce en la vía con la electrificación y cuya conservación y renovación impone un aumento de gastos que puede estimarse en \$ 120 m. c. por kilómetro de vía simple y por año.

La poca importancia de este gasto y la falta de datos experimentales precisos sobre la disminución de los costos de conservación y reparación de la vía, nos ha inducido a no tomar en cuenta las modificaciones que puede experimentar con la electrificación esta partida de los gastos de explotación.

*
**

XII. Conservación de las líneas aéreas.—El monto de esta partida depende mucho de la clase de línea prevista. En el caso de nuestra red hemos consultado el empleo de postes de acero, tanto para las líneas de contacto como para las líneas primarias, y los costos de instalación se han establecido sobre estas bases.

Los postes de las líneas de contacto servirán también para las líneas primarias entre sub-estaciones.

El gasto de conservación depende principalmente del largo de la línea; la influencia del tráfico en el desgaste del hilo de contacto es relativamente pequeña.

Los datos sobre explotación de los ferrocarriles eléctricos, demuestran que más del 80 % del valor de esta partida es formado por los jornales del personal de conservación; su monto total es muy variable, por la diversidad de los tipos de líneas aéreas empleados.

Hemos adoptado como costo probable de la conservación de líneas eléctricas aéreas para nuestro estudio comparativo, el valor correspondiente a los Ferrocarriles del Estado Italiano, electrificados con el sistema trifase y con sus líneas primarias y de contacto dispuestas en forma análoga a la que hemos proyectado.

Este valor es de unos \$ 500 m. c. por kilómetro de simple vía e incluye los gastos de dirección.

El largo total de las líneas de la 1ª zona, incluyendo los desvíos de las estaciones es de 337 kilómetros. El gasto total en las cuatro zonas será el que se indica en seguida:

1.ª zona...	\$ 168 000 m. c.
2.ª zona...	» 218 000 »
3.ª zona...	» 283 000 »
4.ª zona...	» 276 000 »
Red.....	\$ 945 000 m. c.

El costo del mantenimiento de las líneas primarias destinadas al transporte de la energía entre la central y las líneas paralelas a las vías férreas, no está comprendido en esta cifra. Su valor se ha considerado en conjunto en los gastos originados por la central, y se ha tomado en cuenta al fijar el precio de la energía eléctrica en el primario de las sub-estaciones.

* *

XIII. Conservación de las sub-estaciones. Este gasto es reducido. Del estudio sumario practicado con el fin de determinar los costos de instalación y de explotación del servicio eléctrico (Anexo N.º 12) se desprende que procediendo con el mismo criterio que sirvió para fijar la potencia de las centrales, deben establecerse en la primera zona 12 a 15 sub-estaciones de 2250 K. V. A. cada una. El costo de conservación y reparación de estas sub-estaciones, puede estimarse, según los datos del F. C. del Estado Italiano, en \$ 3 000 m. c. por año y por sub-estación, lo que da un total de \$ 45 000 m. c. anuales para la 1.ª zona.

Una estimación sobre la base del tráfico y longitud de las otras zonas con respecto a la primera, nos permite fijar los siguientes valores aproximados para esta partida de gastos:

1.ª zona.....	\$ 45 000 m. c.
2.ª zona.....	» 45 000 »
3.ª zona.....	» 90 000 »
4.ª zona.....	» 90 000 »
	<hr/>
Red.	\$ 270 000 m. c.

* *

XIV. Depreciación de líneas aéreas y sub-estaciones.—La tasa anual de depreciación para las líneas aéreas de alta tensión para las líneas de contacto, se fija generalmente sobre la base de 60 años para los postes de acero, de 40 para los conductores y accesorios de las líneas de transporte y de 15 años para los conductores y accesorios de las líneas de contacto.

Tomando en cuenta los valores de estos elementos, la tasa de depreciación es de 2% aproximadamente. El costo de las líneas de contacto, de las uniones de cobre en los rieles y de las líneas de alta tensión paralelas a la vía férrea en la 1.ª zona, es de \$ 5 770 000 de 18 d., de manera que el monto de este gasto es de \$ 115 400 de 18 d. por año.

En cuanto a las sub-estaciones, la tasa de depreciación anual media es aproximadamente de 3%, admitiendo una duración media de 30 años para la maquinaria y de 60 años para los edificios. El costo de las sub-estaciones necesarias para

el servicio eléctrico de la 1.ª zona es de \$ 1 500 000.—de 18 d. Por lo tanto, el monto de esta partida asciende a \$ 45 000—de 18 d.

Haciendo extensivos estos resultados al resto de la red, se obtienen los siguientes valores:

	Depreciación de líneas de contacto y líneas de transporte, para las a la vía férrea	Depreciación de las sub-estaciones	TOTAL
	\$ de 18 d.	\$ de 18 d.	\$ de 18 d.
1.a zona	115 400	45 000	160 400
2.a zona	130 000	45 000	175 000
3.a zona	203 000	90 000	293 000
4.a zona	202 000	90 000	292 000
Red.	650 400	270 000	920 400

CAPÍTULO IV

Resultados económicos de la electrificación

I. Economías de explotación y costos de construcción.—El examen de los gastos impuestos por el servicio de vapor de la 1.ª zona, durante el año 1917, correspondientes a las partidas afectadas por el cambio de sistema de tracción; el estudio de las reducciones que en las partidas consideradas pueden introducirse, mejorando las condiciones en que se efectúa la tracción de vapor; y la estimación de los gastos que impondrá la tracción eléctrica para realizar un servicio igual al exigido por el tráfico en el año 1917, nos han conducido a los resultados que se indican en el cuadro de la página siguiente.

A las partidas de gastos de explotación examinadas en el presente capítulo, hemos agregado el desembolso correspondiente al interés de 6 % sobre el capital de \$ 7 960 000 de 18 d. necesario para el establecimiento de las líneas de contacto, de las líneas de transporte paralelas a la vía férrea y de las sub-estaciones, cuyo valor, de acuerdo con las consideraciones expuestas en el capítulo I, es la única parte de la inversión requerida por el cambio de sistema, que constituye un verdadero aumento del capital de la Empresa.

PARTIDAS de los gastos de explotación afectadas por el cambio de sistema de tracción	GASTOS correspondientes a estas partidas, afectados durante el año 1917, en la 1.ª zona		VALOR a que pueden reducirse estos gastos, por la introducción de mejoras en el servicio de vapor		GASTOS correspondientes a estas partidas, después de electrificada la 1.ª zona-	
	\$ de 18d.	\$ m. c.	\$ de 18d.	\$ m. c.	\$ de 18d.	\$ m. c.
COMBUSTIBLE para locomotoras	2 472 000	306 000	2 290 000	—	—	—
PERSONAL de locomotoras	—	984 000	—	754 000	—	392 000
GASTOS de casas de máquinas	—	261 000	—	261 000	—	44 000
AGUA para locomotoras	—	135 300	—	135 300	—	—
LUBRICANTES para locomotoras	62 500	—	62 500	—	30 500	—
REPARACIÓN de locomotoras	—	1 506 500	—	799 000	—	299 000
PERSONAL de trenes de carga	—	215 500	—	115 500	—	108 000
ALUMBRADO de trenes y estaciones	—	175 500	—	175 500	—	44 000
ENERGÍA eléctrica para la tracción	—	—	—	—	836 000	—
CONSERVACIÓN de líneas aéreas	—	—	—	—	—	168 000
CONSERVACIÓN de subestaciones	—	—	—	—	—	45 000
DEPRECIACIÓN de líneas aéreas y subestaciones	—	—	—	—	160 400	—
INTERÉS de 6 % sobre el capital invertido en líneas aéreas y subestaciones	—	—	—	—	477 600	—
TOTAL	2 534 500	3 583 800	2 352 500	2 340 300	1 504 500	1 090 000

La economía que permite realizar la electrificación en la 1.ª zona para el tráfico de 1917, es de \$ 1 030 000 de 18 d., más \$ 2 493 800 m. c., con respecto a los gastos realmente efectuados con tracción a vapor, y de \$ 848 000 de 18 d., más

\$ 1 250 300 m. c., con respecto al valor a que habrían podido reducirse los gastos con tracción a vapor si la Empresa hubiera dispuesto de elementos más apropiados para el servicio, y si el valor de los materiales en el año considerado hubiera sido normal.

Para obtener estos resultados, se requiere una inversión de \$ 20 670 000 de 18 d. de los cuales debe descontarse, por las razones indicadas en el Capítulo I, el valor de las locomotoras, que asciende a \$ 5 850 000 de 18 d. Además, si la Empresa puede obtener ofertas para la provisión de energía, a precios convenientes, no necesitará invertir la suma de \$ 6 860 000 de 18 d., a que asciende el valor de la Central y las líneas de transporte.

Por consiguiente, si esta última condición se realiza, las economías en los gastos de explotación, anotadas más arriba, requieren de parte de la Empresa una inversión de capital de \$ 7 960 000 de 18 d.

Tanto la Central, como las líneas de transporte, líneas de contacto y sub-estaciones, han sido previstas para una movilización muy superior a la actual, de modo que todo incremento del tráfico contribuirá a acentuar las ventajas de la tracción eléctrica en la 1.ª zona.

La diferencia en el costo de la explotación de las líneas de las demás zonas, calculada sobre la base de los resultados obtenidos para la 1.ª zona, es la que se indica en seguida:

2.ª zona.—Línea principal.....	\$ 1.056 200 de 18 d. más \$ 1 592 100 m. c.
3.ª zona.—Línea principal y ramal Talcahuano.....	» 313 000 » » » 1 295 000 »
4.ª zona.—Línea principal y ramal a Valdivia.....	» 654 800 » » » 634 400 »

Las inversiones exigidas por la electrificación de estas líneas, sin tomar en cuenta el valor de las locomotoras, de las centrales y de las líneas de transporte, ascienden a las sumas que se indican en seguida:

2.ª zona.—Línea principal.....	\$ 9 480 000 de 18 d.
3.ª zona.—Línea principal y ramal a Talcahuano.....	» 14 550 000 »
4.ª zona.—Línea principal y ramal a Valdivia.....	» 14 580 000 »

*
**

II. Conveniencia de iniciar la electrificación en las líneas de la 1ª zona.—Sin necesidad de comparar las economías así estimadas, que pueden obtenerse con la electrificación, en las cuatro zonas, con la inversión que requiere el cambio del sistema de tracción en sus líneas, puede establecerse que el capital que permite obtener una mejor remuneración es el invertido en electrificar las líneas Valpa-

raiso Santiago y Santiago-Talca de las 1.^a y 2.^a zonas. En efecto, el costo de la implantación del servicio eléctrico, calculado sobre las bases expuestas en el Capítulo I, es dentro de ciertos límites proporcional a la longitud de línea electrificada y las economías obtenidas son aproximadamente proporcionales a la energía necesaria para la tracción; por lo tanto, las mayores economías en relación con el capital invertido, se conseguirán en las líneas citadas, que por sus condiciones de tráfico y pendientes, son las que exigen un mayor consumo de energía por kilómetro de vía.

Debemos recordar que para llegar a los resultados sobre costos de establecimiento y de explotación, hemos partido de la base que la electrificación estudiada no comprende sino una fracción reducida a la red central; sólo en estas condiciones puede computarse el capital en la forma en que lo hemos hecho. La electrificación simultánea de las líneas Valparaíso-Santiago y Santiago-Talca, cuyo tráfico es aproximadamente la mitad del tráfico total de la red, nos hace salir de esta hipótesis y nos obliga a considerar como inversión requerida por el cambio de sistema una cantidad muy superior a la suma de las cifras anotadas como costo de la electrificación de las líneas de la 1.^a y de la 2.^a zonas tomadas separadamente; basta notar que en este caso no podría descontarse del capital el valor de las locomotoras de vapor que hacen el servicio en las líneas que se electrifican y que no tendrían aplicación en el resto de la red.

Para realizar en forma económica el cambio del sistema de tracción, es preciso limitarlo a uno de los trozos de línea nombrados; hemos considerado que la 1.^a zona permite obtener mayores ventajas económicas de la electrificación, que la 2.^a a pesar de que los resultados numéricos sobre el monto de las posibles economías las hacen aparecer como sensiblemente equivalentes, entre otras razones, por el hecho de que estos resultados se refieren al tráfico de 1917, que para la 1.^a zona es un tráfico bastante inferior al normal por la restricción momentánea de las importaciones por Valparaíso. Como las economías que pueden realizarse con la electrificación aumentan con el tráfico, una vez restablecidas las condiciones normales, las ventajas económicas de la tracción eléctrica en la 1.^a zona serán sin duda superiores a las que podrían obtenerse mediante la electrificación de la línea central de la 2.^a zona.

*
*
*

III Conclusiones.—El estudio de las condiciones de explotación de la Red Central, con tracción a vapor y con tracción eléctrica, nos ha conducido a las siguientes conclusiones.

1º. La electrificación de las líneas principales de la red central, permite realizar importantes economías en los gastos de explotación, aun tomando en cuenta las reducciones que en ellos pueden introducirse mediante la implantación de mejoras de todo orden en la tracción a vapor.

2º. El cambio simultáneo del sistema de tracción en todas las líneas en que hay ventaja económica en realizarlo, no es aconsejable, entre otras razones, por la fuerte inversión de capital que requiere.

3º. Hay conveniencia en iniciar el establecimiento de la tracción eléctrica en las líneas de la 1.ª zona que son las que permitirán obtener mayores ventajas económicas con la electrificación.

4º. La elección definitiva de un sistema de tracción eléctrica para nuestros ferrocarriles, sólo debe hacerse en vista de los resultados de una licitación pública entre las casas especialistas en el ramo.

5º. La energía eléctrica para la tracción no debe ser producida por la Empresa en plantas destinadas exclusivamente a este servicio, sino en el caso de que no pueda ser suministrada a precios moderados por las centrales existentes o por las que pueden establecerse sobre la base del consumo que la Empresa puede garantizar.

6º. La inversión total en líneas de contacto, sub estaciones, centrales, líneas de transporte y locomotoras, exigida por la electrificación de las líneas de la 1.ª zona, es de \$ 20 670 000—de 18 d. Descontando de esta suma el valor de las locomotoras eléctricas, que es sensiblemente igual al de las locomotoras de vapor que hacen el servicio en la zona y el valor de las centrales y líneas de transporte, cuya construcción la Empresa sólo deberá tomar a su cargo en caso de no obtener ofertas aceptables para el suministro de energía, la inversión se reduce a \$ 7 960 000—de 18 d.

7º. La economía que puede realizarse con la electrificación de la 1.ª zona, para un tráfico igual al de 1917, es de \$ 1 030 000 de 18 d. más \$ 2 492 800—m. c. con respecto a los gastos realmente efectuados en el año considerado y de \$ 848 000—de 18 d., más \$ 1 250 300—m. c., con respecto a la cifra a que habrían ascendido los gastos con tracción a vapor si la Empresa hubiera dispuesto de elementos apropiados para el servicio y si el valor de los materiales en 1917 hubiera sido el correspondiente a los años normales.

Santiago, 24 de Octubre de 1918.

CONSUMO Y GASTOS ORIGINADOS POR LOCOMOTORAS, POR 100 KILÓMETROS CORRIDOS EN LOS DIFERENTES TRENES DE SERVICIO

AÑO 1917

Clases de trenes	Total vehículos transportados		Total ejes movi- lizados		Número de klmts.		Consumo combustible		Consumo de Materiales				Materiales Consumidos por cada 100 klmts.				Gastos por 100 Klmts.		
	Cargados	Vacíos	Cargados	Vacíos	Viajes	Corridos	Carbón Klgs.	Costo \$	Carb.	Aceit.	Paraf.	Hilas	Carbón \$	Matls. \$	Costos \$				
									Kgs.	Kgs.	Lts.	Kgs.							
Pasajeros.....	23.838	1.127	92.266	4.020	5.009	467.072	9603,885	511,481.20	27.166	776	1.049	20,386.37	2056	5.81	0.16	0.22	109.51	4.36	113.87
Mixtos.....	36.413	7.520	135.616	28.114	4.381	300.487	6574,310	349,784.55	15.981	864	1.193	13,041.74	2187	5.31	0.28	0.39	116.41	4.34	120.75
Carga.....	51.614	25.270	185.544	85.982	8.156	682.182	17533,406	933,467.34	50.614	1.633	2 305	38,576.72	2570	7.41	0.23	0.33	136.84	5.65	142.49
Armadores.....	.....	.....	.....	.....	.....	272.893	2329,760	124,017.38	7.771	185	511	6,526.22	853	0.06	0.06	0.18	45.38	2.39	47.97
Remolcadores..	.....	.....	.....	.....	.....	220.393	4672,746	248,662.83	14.020	350	709	10,367.88	2120	6.36	0.15	0.32	112.83	4.70	117.53
Lastradores...	530	131	2.066	504	302	20.215	403,718	21,399.09	1.367	14	66	1,043.18	1997	6.75	0.06	0.21	105.85	5.16	111.01
TOTALES..	112.395	34.048	415.492	118.620	17.848	1.963,242	41.117,825	2.188,812.39	116.919	3.822	5.833	89,942.11	2094	5.95	0.19	0.29	111.49	4.58	116.07