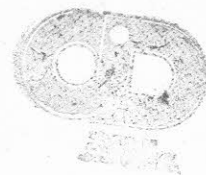


INTI-CID  
369  
Y



ECONOMIA DE LA TRACCION DIESEL EN LOS FERROCARRILES AMERICANOS (1)

Por P.H. Brown, Ph. B.  
Traducción: Ing. Livio Dante Porta

Resumen: En un momento en que los ferrocarriles Británicos están activamente empeñados en una conversión de la operación ferroviaria a la tracción diesel, este examen de la economía del diesel en los Estados Unidos es particularmente oportuno. El autor ingeniero consultor con muchos años de experiencia, llega a la conclusión de que muchas de las economías atribuidas al diesel son debidas a causas que nada tienen que ver con este modo de tracción.

-----

Este estudio de la economía de la tracción diesel está basado principalmente en los datos contenidos en la "Statistics of Railway of the United States" publicado anualmente por la ICO. (Interstate Commerce Commission). Las decisiones tomadas por varios ferrocarriles para cambiar la tracción a vapor por tracción diesel estuvo basada principalmente en las economías operativas hechas por unas relativamente pocas locomotoras puestas en servicio en el período 1935-1946. Estas economías aparecían tan importantes en comparación con los costos de la tracción a vapor existente en esa época que, en EE.UU. la cuestión del diesel vs. vapor ha sido considerada como asunto concluido a partir de 1950.-

---

(1) Traducción del original publicado en The Chartered Mechanical Engineer, Diciembre 1960, órgano oficial de la Institución of Mechanical Engineers, Londres. Se hace notar que los comentarios del CIPUEC están hechos en la parte inferior de la página en forma de llamada. Además las firmas y gráficos han sido mejorados en su presentación para mayor claridad en la exposición.-

INTI-CID  
369  
Y

///

Sin embargo, hacia 1955, se empezó a ver que un cierto número de factores correspondientes a la economía de la tracción Diesel no fueron completamente obtenidos en el período 1945/1950. Hoy, tras 20 años de operación diesel, estos factores pueden ser más claramente definidos. En un análisis final, los costos de la operación diesel para el año 1957 (último disponible en el momento en que este estudio fué hecho) son comparados con los costos de una operación hipotética con tracción a vapor de diseño moderno (2).-

Este estudio no ha sido hecho pretendiendo un retorno a la tracción a vapor. Su único propósito es determinar la verdadera posición económica del diesel con respecto a las otras formas de tracción.-

NOTA: Pero cual es la conclusión que se extrae?

El retorno al vapor estaría afectado de la mayor o menor irreversibilidad de las inversiones realizadas. Como a causa del "precio del dinero", las cargas financieras son mucho menores en U.S.A. el retorno será más fácil allá, así como más dañosa es la dieselización "á outrance" que se postula aquí.-

#### MENOS TRENES Y DE MAYOR PESO

La figura nº 1 muestra gráficamente la evolución del tráfico, evolución que ha sido el factor más importante en la explotación de la tracción, así como en los gastos y entradas de todo el ferrocarril. El número de locomotoras de los ferrocarriles americanos aumentó constantemente hasta 1924, año en el cual existían 69486 locomotoras en servicio, con una capacidad tractiva que también ha ido aumentando en forma sostenida.-

La necesidad de una menor cantidad de trenes y éstos a su vez más pesados, para reducir los gastos de explotación, creó una demanda de locomotoras de mayor potencia (HP).-

Los avances de Ingeniería a partir de 1915 permitieron aumentar la máxima potencia de las locomotoras desde 1500 HP a 7000 HP (aún en una sola unidad a vapor) para ciertas operaciones especiales. La disminución del número total de locomotoras en servicio de línea principal en los ferroca-

(2) Comentario: Nótese que la comparación se realiza respecto de una tracción a vapor moderna, lo que vale muy especialmente para nuestro país, en el que, como ya se ha mostrado ampliamente en otro lugar, no existe ningún caso que pueda servir de antecedente en este sentido, a pesar de disponerse de locomotoras capaces de hacerlo.-

///

///

rriles de la clase I se muestra en la figura 2 (a partir de 1920). El cambio operado en el número de los tres principales tipos y el cambio de la edad promedio también es mostrado en la misma figura, en la que aparece también la poca importancia de la tracción eléctrica.-

Este cambio en el número total de locomotoras (1) es el reflejo del cambio producido en el tráfico y en los métodos operativos (2), así como del cambio gradual hacia locomotoras de mayor poder.

Análogamente se presenta en la figura 3 la evolución de la tracción en el servicio de maniobras.

La gran reducción en el número de unidades entre 1925 y 1940 fué debida a las mismas causas que influenciaron en el número de locomotoras de línea principal. Antes de 1940 no existía suficiente número de locomotoras de maniobra diesel o eléctricas al que pudiera atribuírsele esta disminución.-

Como se ve claramente en la figura, el cambio de tracción a vapor por tracción diesel no ha reducido el número de locomotoras de maniobras necesarias que en 1957 estaban en 8800 unidades, aproximadamente igual a las que existían en 1935, 1943 y 1948.-

### COSTOS DE EXPLOTACION

Los costos totales de explotación y las entradas en general han seguido la evolución del tráfico. Nada indica que el cambio del tipo de tracción a partir de 1940 haya influenciado ninguno de los dos ítems antedichos a no ser desfavorablemente. La relación entre los gastos de explotación y las entradas, graficada en la figura 4, ha sido aumentada con el curso de los años.-

Todos los ítems de los gastos de explotación ferroviaria están clasificados en seis grupos importantes por la ICC. Estos son:

- Mantenimiento de la vía y obras.
- Mantenimiento del material rodante
- Tráfico
- Transporte
- Varios
- Gastos Generales

---

(1) Comentario: En nuestro país es lo contrario.-

(2) Comentario: Obsérvese que en nuestro país ocurre precisamente lo contrario, por causa de la aplicación de métodos operativos anticuados y de reglamentos que técnicamente entorpecen la operación ferroviaria.-

///

///

El mantenimiento del material rodante y transporte comprende más del 90 % del total.-

Las estadísticas de la ICC muestran, separadamente para las locomotoras de línea y las de maniobras, los elementos del costo de la tracción en los ferrocarriles de la clase I.

Los costos de las reparaciones y la depreciación forman parte de los costos de mantenimiento (1); todos los demás costos, son costos de operación. Todos estos costos, con la excepción de la depreciación, están mostrados en las tablas 1 y 2 expresados en porcentaje de los costos totales de operación de los ferrocarriles.-

La declinación del poder adquisitivo del dólar distorsiona la comparación directa de los costos habidos en un período de algunos años, pero si se convierten los costos en dólares en costos porcentuales, esto es, en la proporción que corresponde de los costos totales de explotación, este factor de inflación prácticamente desaparece.-

Este costo porcentual de la explotación de locomotoras de línea se muestra en la figura 5 conjuntamente con el número total de locomotoras en servicio. Es evidente y lógico que los costos de operación han disminuído en términos generales con el número de locomotoras (2).-

El número total de locomotoras de maniobras se muestra en la figura N<sup>o</sup> 6 conjuntamente con el costo de los maquinistas que constituye el más importante ítem del costo de explotación.-

Los otros seis ítems están mostrados en el gráfico inferior de la figura N<sup>o</sup> 6.-

Las tendencias en el gráfico de cada ítem son debidas a algunos factores comunes combinados con factores particulares a cada ítem.-

Cuando varios factores actúan simultáneamente, un análisis cuidadoso debe permitir identificar cuantitativamente, cada ítem.-

Muchas de las economías atribuídas a la operación de la tracción en base a locomotoras diesel han sido erróneamente atribuídas a ésta porque ese análisis ha sido ignorado.

(1) Comentario: Concepto éste ya olvidado en nuestro país.

(2) Comentario: La disminución no es tan grande como se pensaba en 1935-1945 y en su tendencia a la disminución de costos generales que se observa en todas las industrias. En otros términos, no es la naturaleza de la tracción la que aparece disminuyendo costos sino un proceso de progreso técnico que afecta a toda la explotación ferroviaria. Más adelante el autor mostrará como esta reducción en número también se estaba obteniendo con locomotoras a vapor.-

///



///  
DEPRECIACION

La depreciación es una carga financiera derivada del costo del equipo repartido sobre su vida útil. Debiera ser igual, durante la vida útil de la locomotora, al costo original menos el valor del material de descarte.

Una tasa basada en una vida de 30 años ha sido generalmente usada para las locomotoras a vapor y las eléctricas, aún cuando muchas hayan estado en servicio por mucho mayor tiempo aún.-

Cuando se introdujeron en servicio las locomotoras diesel, se supuso que tendrían una vida útil de características similares a la de las locomotoras de vapor y a la de las eléctricas, reduciendo algo en virtud de la reconocida menor vida del motor de combustión interna. Una tasa basada en una vida útil de 20 años para las locomotoras de línea y 25 años para las locomotoras de maniobras de este tipo fué aprobada por la ICC.

Más recientemente, estudios basados en la experiencia sobre los costos de obsolescencia y de reparaciones indican una vida económica de solo 12 o 14 años para las locomotoras de línea y 18 años para las locomotoras de maniobras. Las locomotoras de línea del tipo diesel y eléctricas que han sido reconstruídas en los años recientes han estado entre 11 y 16 años.-

Se dispone ahora de una bien establecida evidencia de que las locomotoras diesel tienen una vida en servicio aproximadamente igual a mitad de una locomotora de vapor o eléctrica afectada al mismo servicio.-

Las cargas anuales de depreciación, en la hipótesis contable de la "línea recta" se hacen cada vez más grandes cuando la vida útil decrece. Las tasas de depreciación utilizadas en este estudio son, en consecuencia:

- 3,16% para todas las locomotoras a vapor y eléctricas.-
- 6% para todas las locomotoras diesel de línea.
- 4,5% para las locomotoras diesel de maniobras.

El interés del capital invertido, si bien no es un costo de explotación, es un ítem a ser tenido en cuenta en forma correcta en todo estudio económico.- Una tasa conservativa de 2 % para las inversiones y por año de vida en servicio ha sido considerada. Los impuestos y seguros han sido omitidos.-

---

(1) Comentario: El autor, para quedar a cubierto de cualquier crítica, ha elegido una tasa muy baja para esta carga financiera, que, por los mayores costos de inversión, de ser más alta, acrecentaría en forma desfavorable los costos totales de explotación de la tracción diesel.-

En la Argentina, estas cargas pueden tomarse lícitamente por lo menos cinco veces mayores.-

Los cambios en las inversiones de los ferrocarriles de la clase I entre los años 1941 y 1957 se muestran en la figura 7.- Aún cuando el número total de locomotoras es menor de  $\frac{1}{3}$  del que existía en 1914, las inversiones totales han crecido 2,4 veces. Un gran incremento en las inversiones destinadas a la operación de las locomotoras (1) talleres, galpones de máquinas, estaciones de agua y combustible, se ha hecho asimismo a partir de 1941.-

La inversión total hipotéticamente requerida para el número equivalente de locomotoras de vapor de diseño moderno necesario en 1957 se muestra en el gráfico (fig. 7) en línea punteada.

### El cambio a la tracción diesel.

La locomotora diesel-eléctrica hizo su aparición en los ferrocarriles de EE.UU. en el servicio de maniobras en 1925, pero menos de un centenar de unidades fueron adquiridas en los diez años siguientes.- Hacia fines de 1939 había unas 435 locomotoras de maniobra diesel y cerca de 90 para servicio de línea, demasiado pocas para que su influencia fuera en modo alguno sensible en la economía general ferroviaria.

Después de la guerra 1939-1945, la industria automotriz inició una activa campaña de venta de locomotoras diesel a los ferrocarriles de EE.UU. El momento era más que oportuno en razón de la edad y desgaste de las locomotoras de vapor (2).-

Las primeras locomotoras diesel de línea fueron utilizadas en servicios elegidos de larga distancia, en líneas con fuertes rampas. Rápidamente se vió que esta nueva forma de tracción podía ser usada al límite de su disponibilidad, de modo que se consiguieron altos kilometrajes por unidad, tanto cuanto era posible realizar.

Los costos por combustibles eran bajos, con el diesel-oil a 4 ctv/galón (3).- Los rendimientos térmicos eran más o menos cuatro veces mejores que los correspondientes de las locomotoras de vapor en servicio de línea y hasta 10 veces en el servicio de maniobra. Los costos de mantenimiento eran relativamente bajos comparados con los del servicio a vapor. (1)

La locomotora de vapor casi instantáneamente quedó fuera de moda aún por el testimonio de sus fabricantes, todos los cuales se ocuparon inmediatamente de competir con la industria -

---

(1) Comentarios: Galpones de locomotoras, plantas de carboneo, limpieza y mantenimiento, almacenes, elementos de instrucción del personal; elementos de control para reparaciones, etc.

(2) ..... que llevaron el peso del tráfico de la guerra...

(3) Comentario: aproximadamente 10 U\$U/t métrica.

///

automotriz en la fabricación de locomotoras diesel. Aproximadamente unas 8.000 locomotoras diesel fueron adquiridas hasta 1949. Durante los años 1949-1952, más de 12.500 unidades fueron adquiridas; más unas 7.000 adicionales hacia fines de 1957. No se construyeron más locomotoras de vapor en EE.UU. a partir de 1952.-

Las locomotoras diesel tienen características operativas fundamentalmente diferentes de las de las locomotoras de vapor. Se parecen más a las de las locomotoras eléctricas, limitadas, sin embargo, por la energía disponible en el motor.

### Características operativas

La locomotora de vapor desarrolla su máxima potencia cerca de su velocidad máxima. A bajas velocidades, la caldera es capaz de generar vapor más rápido que los cilindros son capaces de consumirlo. La presión en el cilindro y el diámetro de las ruedas determinan el máximo esfuerzo de tracción en el arranque, dentro de los límites de adherencia (2), pero a mayor velocidad es el potencial de la caldera el que determina el esfuerzo de tracción.-

El motor diesel es, en cambio, una máquina de potencia constante. Con su convertidor eléctrico, el motor puede marchar a plenas revoluciones desde el momento del arranque y casi toda su potencia puede ser convertida en esfuerzo de tracción, también dentro de los límites de la adherencia (3). El esfuerzo de tracción está relacionado con la potencia por la bien conocida expresión;

$$N = \frac{Z \cdot V}{270}$$

en donde

Z = Esfuerzo de tracción	Kg.
V = Velocidad	Km/h.
N = Potencia	H.P.

Esta expresión muestra bien claramente que el esfuerzo de tracción decrece rápidamente a medida que la velocidad aumenta.-

---

(1) Comentario: El autor mostrará luego que esto era solo en apariencia.

(2) Comentario: En general adecuadamente provista por el proyectista.

(3) Comentario: Generalmente el peso adherente de las locomotoras diesel no es capaz de transmitir los mismos esfuerzos máximos que en las locomotoras de vapor, por estar éstas favorecidas por el mecanismo de las bielas acoplantes y porque la patinada es mucho más dañosa por el peligro de embalamiento.

///

///

Las curvas comparativas de potencia y esfuerzo de tracción de una locomotora diesel y una de vapor de igual peso sobre ruedas motrices están mostradas en la fig. 8. En este caso, más potencia es posible construir en una locomotora de vapor que en una diesel. La locomotora diesel tiene un mayor esfuerzo de tracción hasta unos 10 km/ pero por encima de los 30 Km/h. la locomotora de vapor tiene doble esfuerzo que la diesel.-

Los fabricantes americanos no han sido capaces aún de construir una locomotora diesel de una sola unidad capaz de ejercer más de 2000 HP. en la llanta de las ruedas motrices. La locomotora diesel corriente producirá unos 16 HP/t. de peso. (1)

La performance superior de la diesel a bajas velocidades es una de las razones del porqué fué rápidamente adoptada en el servicio de maniobras. Y también fué pronto popular en el servicio de montaña porque, al disminuir la velocidad, es capaz de incrementar el servicio de tracción en un modo mucho mayor de lo que es capaz de hacerlo la locomotora a vapor.-

Pero (2) el esfuerzo de tracción al arranque, todo lo importante que se quiera, es una pequeña parte de la performance total de una locomotora de línea.-

Hacen falta caballos de fuerza (HP) para alcanzar y mantener velocidad y las unidades diesel no pueden producir la potencia que las máquinas a vapor modernas o las eléctricas son capaces de suministrar utilizables para la tracción en una sola unidad.-

Generalmente se habla del esfuerzo de tracción al arranque como patrón de medida de una locomotora, pero esto puede inducir seriamente a error en las comparaciones, ya que implica una sobreestimación de la capacidad de una unidad diesel. La mayor parte del esfuerzo de tracción requerido en el servicio en la línea es usado en aceleración y en mover el tren a plena velocidad.-

#### Las verdaderas cifras

Las estadísticas de la ICC para 1957 muestran que 2,08 unidades diesel eran necesarias para el tren de pasajeros medio y 2,59 para el tren de carga medio.

El promedio para todos los trenes de línea era de 2,41 unidades. El esfuerzo de tracción de cualquiera de esas dos combinaciones está bien por debajo de la capacidad de las más modernas locomotoras a vapor. Esto conduce a la interesante conclusión de que más locomotoras diesel eran necesarias para el servicio corriente de los ferrocarriles de clase I que las locomotoras de vapor que se hubieran debido comprar en su lugar.

---

(1) que se comparan muy desfavorablemente con los 30 HP/t. ya conseguidos con vapor y que podrían llevarse a 40 ó 50 HP/t. -

(2) Comentario: Este concepto se estima básico.-



///

El número real de unidades diesel en servicio en 1957 era de 18.959, que debe ser dividido por 2,41 para dar 7870 locomotoras (1).-

La verdadera reducción en el número de locomotoras causada por la disminución del tráfico está mostrada en la fig. 2, que también indica, en la línea punteada, la estructura de la operación.

Las locomotoras diesel, cuando son nuevas, tienen una disponibilidad del 90%. Las locomotoras de vapor tienen una disponibilidad de al menos 60% cuando nuevas, (2) Pero la disponibilidad es útil solo si puede ser plenamente utilizada (3). El alto factor de utilización de las locomotoras diesel en servicios elegidos durante los años iniciales de su explotación se ha ido reduciendo a medida que el número de locomotoras diesel aumentaba. Esto está indicado claramente en la tabla 3 por el kilometraje anual aproximado de las locomotoras, que bajó de 164.000 km/año en 1953 á 139.000 Km./año en 1957.

Para establecer una base de comparación de los costos de explotación e inversión, podría asumirse que el número de locomotoras de vapor MODERNAS (4) equivalente al número de locomotoras diesel de línea es inversamente proporcional a sus disponibilidades. Esta hipótesis es favorable al diesel; 1,5 veces 7870, ó 11800 locomotoras de vapor serían en consecuencia el equivalente de las 18959 unidades diesel de que antes se ha hablado.

### Efecto sobre los Tren Km.

Se sustenta que la gran reducción en el número de trenes operada a partir de 1946 ha sido debida a la operación de locomotoras diesel constituidas por unidades múltiples, que habrían hecho posible trenes más pesados y rápidos tanto en servicio de pasajeros cuanto de cargas.

Esto, a su vez, habría determinado una gran reducción en el número de trenes con grandes economías en personal de operación.

Esto parece plausible, pero un pequeño análisis mostrará - que los dos hechos no tienen relación entre sí.

Por lo menos dos unidades diesel son necesarias para efectuar el servicio de que son capaces las más grandes locomotoras de vapor construidas entre 1920 y 1930, y hasta 5 unidades para poder igualar las locomotoras de vapor más grandes construidas después de 1930.

La operación en unidades múltiples no es una ventaja excepto cuando puede eliminarse el servicio de locomotora de empuje, si bien provee una cierta flexibilidad para el mantenimiento.-

(1) Comentario: Nótese la diferencia que hace el autor entre unidades y locomotora. Locomotora es la planta total motriz que se pone a la cabeza del tren para su remolque, y generalmente está compuesta por dos o más unidades conectadas eléctricamente.

(2) Kiefer, ya en 1946, exhibía valores más elevados, que (NYC) Chapelón analiza (1957) llegando a estimar en solo un 10 % la diferencia, si es que existe.

(3) La mayoría de nuestras líneas y ramales tienen apenas pocos

///

Hay dos posibles explicaciones para la gran disminución en el número de tren-Km ocurrida desde 1946:

- a) Un aumento en el número de vagones por tren y en las toneladas por tren hubieran sido causadas por la consolidación de dos o más trenes en un solo tren más pesado.- Un aumento en el número de unidades diesel por locomotora, casi proporcional a la reducción del número de tren/Km, aparecería como necesario para justificar ésta hipótesis.-
- b) El mismo aumento en la cantidad de vagones por tren y en toneladas por tren, con la misma reducción en el número de tren/Km, podría deberse a la supresión de muchos trenes pequeños en líneas secundarias y a la pérdida del tráfico de corta distancia. El tráfico remanente podría haber sido remolcado por trenes de no mayor peso que los de antes, y aún el número promedio de vagones por tren mostraría un incremento gracias a la eliminación de los trenes más livianos (de los ramales o cortas distancias).-

Para encajar en esta hipótesis (b), el número de locomotoras diesel hubiera debido mostrar solo un pequeño incremento.

Los datos relativos a las unidades-Km (diesel) no existen para los años previos a 1953. En la tabla 3 se muestra que los tren-Km. de trenes de carga han disminuído aproximadamente 10% durante el período 1953-1957, y que las tons. brutas aumentaron en 12,3 % y la cantidad de vagones por tren 9,3 %. La cantidad de unidades diesel por locomotoras diesel sólo ha aumentado en 5,3 %. Estas estadísticas muestran (mas bien) una mejora en la habilidad de los operadores de tráfico para cargar vagones y trenes, pero es independiente de la forma de tracción.-

En servicio de pasajeros, el número de tren-Km (remolcado por locomotoras) decreció en 23 % (en el mismo período); la cantidad de coches creció en sólo 3%.-

Es bastante obvio, como lo muestra la tabla 3, que los datos estadísticos encajan mejor en la hipótesis (b) que en la (a) y que la pretensión del diesel es en consecuencia, no válida. (1).-

Las medias de 10 coches por tren de pasajeros y 70 vagones por tren de carga no son mayores de las que podría remolcar cualquier locomotora a vapor o eléctrica de características medias de las máquinas en servicio en 1957.-

La tabla 3 también indica que las locomotoras diesel per se, no han sido la causa del pequeño aumento operado en la velocidad media de los trenes.

Es probable que esto sea debido a la eliminación de los trenes más lentos y a la eliminación de paradas intermedias, conjuntamente con (muy) mejorados sistemas de tráfico y señalamiento de las vías. También la eliminación de muchos trenes de pasajeros ha permitido una mayor velocidad media de los trenes de carga.

(1) Comentario: en el sentido de que la introducción de esta forma de tracción habría hecho posible menos y más pesados trenes. Por otra parte la moderna investigación operativa ha desvanecido el espejismo de "El tren cuanto largo es mejor"

## Análisis de los costos de operación

Los costos totales de reparaciones son función del número, edad y tipo de locomotoras. Los números y edades dados en la fig. 2 han sido multiplicados juntamente para dar una curva compuesta de estos factores. Esta curva compuesta y el gráfico del costo de las reparaciones se muestran en la fig. 9, que deja poca duda sobre cual de los dos factores gravita más en el costo total de las reparaciones.

El aumento en el costo de las reparaciones de las locomotoras de vapor con la edad es una cosa sabida y reconocida - desde hace muchos años. (1) En cambio el correspondiente aumento de las locomotoras diesel ha sido muchas veces materia de controversia y (aún) negado en base al argumento de que tras una reparación pesada, estos costos caen a los valores iniciales (de la máquina cuando nueva). Pero cuando el costo de estas reparaciones pesadas es distribuido sobre el período de tiempo de trabajo (que las ha causado), se encuentra que el costo (por Km) crece con la edad de la máquina (tal como sucede en las locomotoras de vapor).

En la figura 10 se muestran los costos comparativos de las reparaciones expresados en U\$S/milla y por 1000 HP disponible en las llantas de las ruedas motrices. Se da en relación con la edad de las máquinas para las tres formas de tracción; vapor, diesel y electricidad. Todos los costos están dados para los niveles de precio correspondientes a 1953 (2).-

La línea A está basada en el costo de reparaciones que tiene en cuenta una vida económica útil de 15 años. El punto P corresponde al costo de reparaciones expresado en U\$S/km y - por 1000 HP disponible en la llanta de las ruedas motrices en que han incurrido los ferrocarriles de la clase I en EE.UU. - en 1957, ajustados los precios al nivel de 1953, la edad media de estas locomotoras diesel era de 6,6 años en 1957. Se ve que el punto P coincide exactamente en .....U\$S/km sobre la línea A.

Los costos de reparaciones de las locomotoras de vapor son 78 % de los costos de reparaciones de los correspondientes a las locomotoras diesel que muestra la línea A. El costo total de reparación de las locomotoras diesel en 1957 fué de 377,4 millones de U\$S.

En 1957, las locomotoras diesel de maniobras tenían una edad media de 9 años en EE.UU. La relación de costos de reparaciones con el vapor es de solo 69,5 %.

---

(1) Comentario: Si bien los modernos tratamientos de agua han "aplanado" mucho las curvas.

(2) Comentario: Las comparaciones, especialmente en nuestro país, podrían aparecer deformadas por la inflación. Además el costo social de las mismas aparece también deformado por el hecho de que los ferrocarriles no pagan impuestos, no tienen amortizaciones sobre las plantas fijas; consiguen ventajas de importación y créditos preferenciales; no tienen en cuenta cargas financieras de sus talleres, etc.,



///  
Costos de combustible

Los costos totales de combustibles son función del número de locomotoras tipo de tracción y tendencias del mercado de combustibles.

Estos costos muestran una mayor caída que los costos de reparaciones para los últimos 5 años. Sin duda, esto es debido al cambio en la forma de tracción (1).

Las locomotoras diesel en el servicio de línea dan rendimiento térmico medio de 26 %, comparado con 6% del vapor(2).

En la figura 11, los costos comparativos de combustible para los ferrocarriles clase I EE.UU están dados sobre la base de las calorías utilizadas. Los costos del combustible utilizado por las locomotoras diesel de línea, ajustados a la relación de rendimientos térmicos, dan un valor de 79,2 % de los que hubieran resultado con tracción a vapor equivalente.(3)

En servicio de maniobras, con menores coeficientes de carga (relación entre la potencia media desarrollada y la potencia máxima ofrecida), los rendimientos térmicos son aproximadamente 15 % para el diesel y 1,5 % para el vapor, es decir una relación de 10 a 1. Los costos totales de combustibles diesel ajustados por la relación de rendimientos térmicos han dado un promedio de 34,3 % del costo de las calorías equivalentes en carbón durante los 10 años proximos pasados.

Mauinistas y Foguistas

El número de hombres empleados en la conducción es una función del número de locomotoras, su peso para adherencia y del incremento en el valor de los sueldos. Las locomotoras Km por tren km. muestran una reducción de 1,07 en 1940 a 1,02 en 1957 y esta reducción de 5 % es probablemente debida a la eliminación de la doble tracción (en los casos en que se daba con la tracción a vapor) y también a la cantidad de maquinistas y foguistas, y debe ser acreditada a favor de las locomotoras diesel.-

Las máquinas y foguistas en servicio de línea costaron, en 1957, 388,3 millones U\$\$ de modo que con vapor hubieran costado 407,7 millones de U\$\$.

---

(1) Comentario: Cabe aquí la reflexión de que las locomotoras a vapor americanas no se caracterizan precisamente por su economía de combustible y la experiencia francesa es más que ilustrativa a este respecto, al compararse las 141R originales y sus semilares tipo 141 F.

(2) Comentario: Nos parece demasiado elevada esta cifra, que solo se alcanza en ensayos y a plena potencia de la máquina. En cambio la cifra para el vapor es justa para las locomotoras americanas, pero baja para las locomotoras europeas, como lo han mostrado multitud de ensayos.

(3) Comentario: Aquí sólo se tiene en cuenta unos de los aspectos del problema, sin tener en cuenta especiales imponderables que conducen inexorablemente a una política reactiva en el uso de los combustibles líquidos, no sin contar que esta relación de costos, para el caso de nuestro país, debe ajustarse a los verdaderos precios de los combustibles (en oposición a

///



///

No se indica ningún ahorro en el costo de los agentes de conducción en servicio de maniobras, por causa de los acuerdos de trabajo.

El foguista no cumple ninguna función esencial en el servicio de maniobras con locomotoras diesel (4). Cerca de 100 millones de U\$S podrían ahorrarse en EE.UU. por esta causa.

#### Costos de servicios de Galpón de Máquinas

Los costos de galpón reflejan principalmente la reducción en el número de locomotoras, reducción en la cantidad de galpones de las líneas recundarias, reducción del tráfico y, en un menor grado, el cambio en el tipo de tracción.-

En el gráfico para este ítem, para servicio de maniobras, según se muestra en la fig. 6, la tendencia a la disminución que se ve a partir de 1950 deben ser asignadas a el cambio del tipo de tracción hacia el diesel.

La relación de costos en 1950 es la misma que para 1941. En 1957 ésta es de 0,0036, es decir una reducción de 0.0019 que importa un total para todos los ferrocarriles de 15,6 millones de U\$S.

La relación entre las unidades diesel de línea/unidades diesel de maniobra era en 1957, igual a 2,3 y la relación de las locomotoras de vapor hipotéticamente necesarias en línea sería de 0,623. Puede suponerse que los ahorros en los gastos de servicios de galpón de máquinas en servicio de línea para las locomotoras diesel con respecto al servicio a vapor serían:

$$15,6 \cdot 2,3 \cdot 0,623 = 22,3 \text{ millones de U\$S.}$$

#### Materiales diversos.

Se discute que la tracción diesel economiza casi enteramente el costo del servicio de agua. Para 11800 locomotoras de vapor, esto hubiera sido 32,2 millones U\$S.

En servicio de maniobras había 455 locomotoras a vapor toda vía en servicio en 1957 y los costos de agua llegaban a 1,1 millones U\$S. Si se reemplazaran todas las 8227 locomotoras diesel de maniobras por locomotoras de vapor, los costos totales de agua hubieran sido en consecuencia 19,8 millones de U\$S.

---

los precios políticos), como es por ejemplo la dieselización del parque automóvil y el decrecimiento de las reservas petroleras en EE.UU., quque arrastrará consigo una elevación del costo social del combustible diesel.-

(4) Y la práctica en Francis muestra que en buena parte de las locomotoras de vapor, tampoco.

///

En las locomotoras diesel, algo de los lubricantes son consumidos conjuntamente con el combustible. Estos costos de lubricantes son mayores que para cualquiera de los otros tipos de tracción.

Los lubricantes costaron en 1940 7,5 millones de U\$S para las 33.700 locomotoras de vapor y eléctricas de línea, y desde entonces los costos de los lubricantes han aumentado en 2,4 veces. El equivalente de locomotoras a vapor y eléctricas que sería necesario en 1957 sería de 14300, es decir 42,5 % de su número en 1940. En consecuencia los costos de lubricantes serían:

$$7,5 \cdot 10^6 \text{ U\$S. } 2,4 \cdot 0,425 - 7,5 \cdot 10^6 \text{ U\$S.}$$

es decir, un pequeño incremento comparado con el costo actual (de lubricantes para locomotoras diesel) de 27,2 millones de U\$S.

Los lubricantes de las locomotoras de maniobra costaban en 1940, 1,3 millones de U\$S.

Multiplicados por el incremento en el precio unitario, esto haría 3,1 millones de U\$S para las locomotoras diesel de línea.

El costo de los otros materiales varios (arena, estopa, etc.) no han sido materialmente afectados por el cambio en el tipo de tracción. Estos costos totales eran 8,8 millones de U\$S en 1957 para las locomotoras de línea y 2,2 millones de U\$S para las locomotoras de maniobras.

#### Resumen de las Economías del Diesel.

El resumen de las economías para todos los ítems que constituyen el costo de la operación de las locomotoras está dado en la tabla 4 juntamente con el monto comparativo de las inversiones y de las cargas fijas. Esta tabla muestra que en total las locomotoras diesel hicieron comparativamente una economía de 137 millones de U\$S (1) con respecto a una tracción a vapor moderna (americana), esto en base a los costos de 1957. Para cada año anterior a 1957, la economía hubiera sido correspondientemente menor.-

La inversión total correspondiente sería para el vapor 1,8 billones de U\$S y las cargas fijas 165,5 millones menos, un valor más que compensatorio de las economías operativas de 28,5 millones de U\$S.

Un servicio de línea solamente, la inversión en locomotoras diesel y las correspondientemente prorrateadas de otras instalaciones sería de 1135 millones de U\$S más que el equivalente (necesario para hacer el mismo servicio) de locomotoras de vapor.

(1) Comentario: es decir solo un 72 %.-

///

Los costos de operación de la tracción diesel serían 49,7 millones de U\$\$ menores que para la operación a vapor pero las cargas fijas sobrepasan a 71,6 millones de U\$\$ o los ahorros operativos.

En servicio de maniobras solamente las inversiones en locomotoras diesel y las correspondientemente prorrateadas facilidades (galpones, talleres, etc.,) son 665 millones más elevadas que el equivalente de tracción a vapor. La operación diesel es 87,3 millones más barata que la operación a vapor y las cargas fijas son 44,2 millones U\$\$ mayores que para las locomotoras de maniobras a vapor haciendo una economía neta total de 43,1 millones, esto constituye una renta virtual ("return") de 6,6 % para un incremento de inversión de 665 millones de U\$\$.-

Es bastante evidente que las economías de la tracción diesel en el servicio de maniobras no han sido posible. Nada podemos encontrar aquí para justificar la pretendida renta virtual (return) de 30 % anual en sus inversiones. Si ello fuera verdad, tal magnitud de economía se haría ostensible en mucho más bajos coeficientes de explotación (relación entre productos y gastos y en mayores ganancias.

#### Consideraciones sobre las Ganancias

Cada uno de los ferrocarriles de la clase I es una empresa privada operando primariamente con fines de lucro (1). Si sus ganancias en los últimos 50 años se las compara con el tráfico, aparece claramente una estrecha relación entre ambos.

El incremento en los dividendos a partir de 1940 coincide con el cambio en el tipo de tracción, pero relacionar estos dos hechos simultáneos no es totalmente legítimo. Las ganancias para este período fueron muy bajas con un volumen de tráfico mayor que en el período 1925-1930, cuando toda la tracción era a vapor y eléctrica.

Aún cuando la locomotora diesel es un tipo de máquina motriz más limpio que la locomotora de vapor, requiere todavía un dispendioso equipo de ventilación en los túneles largos y, en EE. UU., está excluida de operación en las grandes estaciones terminales cerradas.

El diseño de las locomotoras diesel en Ee. UU. y el de las locomotoras eléctricas en Europa, han probado que es posible desarrollar altas velocidades con locomotoras de menor diámetro de ruedas motrices sin la necesidad de ejes libres de guía. Así todo el peso puede ser usado para la adherencia.

Las ruedas de pequeño diámetro, y el centro de gravedad más bajo, verdaderamente producen mayores esfuerzos en la vía y en los rieles. Los rieles quemados por efecto de patinadas (violentas) son ahora más comunes con la operación diesel que con la de vapor (2)

---

(1) Comentario: bien que en EE.UU. esto esté indisolublemente unido a la noción de servicio público de valor social.-

(2) Comentario: Con el consiguiente efecto desfavorable sobre la seguridad.-