

El empleo de petróleo en la tracción con locomotoras a vapor en el Ferrocarril de Arica a La Paz

POR

MANUEL ARAYA V.

Entre los gastos diversos de tracción, el de los consumos de combustible constituye el más importante y es el que afecta más profundamente la economía de la explotación de los ferrocarriles.

Si el ferrocarril de que se trata es de montaña, es decir, que presenta en gran parte de su trayecto gradientes superiores a 15, a 30 o más por mil, el problema de los consumos de combustible asume proporciones de mucha entidad que forzosamente reclaman la más esmerada atención. Tratándose del ferrocarril de Arica a La Paz, el cual no sólo presenta grandes trozos de su recorrido en rampas superiores a 15 por mil, en casi todo el trayecto de la sección chilena, sino que también contiene una sección de cremallera de 42 kilómetros de longitud, el problema llega a ser vital y, como es lógico, exige de la Administración el estudio de los diversos factores que lo constituyen y el de las posibles soluciones que podrían resolverlo.

Es evidente que, considerando la cuestión combustible y sus consumos, en sus razgos generales, a primera vista se presenta la solución en el sentido de reemplazar la hulla por el petróleo en los fogones de las locomotoras, máxime cuando todas las referencias y estadísticas proporcionadas a la publicidad por las personas que han estudiado la aplicación del nuevo combustible y por las empresas ferroviarias que en diversos países lo han adoptado, están contestes en asegurar la obtención de un verdadero éxito, con la de un 30 o más por ciento de economía. Pero en el caso particular del ferrocarril de Arica a La Paz, todo eso constituiría apenas una parte de la faz económica del problema, la cual deberá ser considerada, en todo caso, conjunta y simultáneamente con las otras, tanto o más importantes que ella.

Desde luego, antes de decidirse a estudiar la adopción del petróleo en las locomotoras del ferrocarril, es necesario determinar previamente, o mejor dicho, estudiar y resolver otro problema arduo y complejo en su solución y que resuelto

en condiciones favorables, puede tener grandes consecuencias para la economía de la tracción.

Se trata de la electrificación.

Es seguro que la electrificación de la parte más difícil de la vía, con mayor razón la de la parte de la sección de cremallera, reportaría grandes ventajas en el sentido de disminuir el costo de tracción, ventajas que serían superiores a las que se obtendrían empleando el petróleo y, por esa misma razón, es interesante definir ante todo si hay posibilidad de electrificar en condiciones favorables y económicas y, en segundo término, cuál debe ser la sección electrificada. Sólo después de resolver ambos puntos puede concretarse la base para un estudio sobre el empleo del combustible líquido en las locomotoras que han de servir el resto de la línea.

Si se electrifica sólo la sección de cremallera comprendida entre Central y Puquios de 42.7 kilómetros, se ganaría respecto de la economía en la tracción y del aumento del tonelaje tanto bruto como útil de los trenes, a la vez que de la mayor velocidad que podría desarrollarse, permitiendo, consecuentemente, una mayor intensidad de tráfico; pero las secciones Arica-Central y Puquios-Charaña quedarían en situación desventajosa, debido a que la mayor parte de ambos trayectos se presentan en rampas superiores a 20^o/_o y los trenes no pueden pasar de un tonelaje bruto superior a 200 toneladas. Sería, pues, del caso estudiar si la electrificación debe extenderse a esas dos secciones en adherencia y si debe serlo a una parte o a la totalidad de ellas.

Si la electrificación se hace extensiva a la sección de adherencia comprendida entre Poconchile y Central, las ventajas obtenibles quedan reducidas a un mínimum porque la mayor capacidad de arrastre posible con ella no queda en proporción con la que se alcanzaría entre Arica y Poconchile. Si, por el contrario, se hace extensiva a la sección Puquios-Humapalca, la economía obtenible por el nuevo sistema se vería fuerte y desfavorablemente influenciada y anulada por los inconvenientes de la tracción a vapor hecha entre Humapalca y Charaña, la cual no permitiría el arrastre de los trenes posibles de movilizar con las locomotoras eléctricas, tanto por el menor poder de las máquinas a vapor, cuanto porque las gradientes que deberían salvar son aún demasiado importantes. Esto, aparte de que los trenes de bajada que entregaría la tracción a vapor a la eléctrica, serían apenas de la mitad o de la tercera parte del tonelaje que podría movilizar la última.

Queda todavía por tomar en cuenta, parte de estas consideraciones fundamentales que resuelven por sí solas toda la base del problema, la circunstancia de que sea en el caso de hacer extensiva la electrificación más allá por uno solo de los extremos de la cremallera, sea que se le lleve por ambos a la vez, sería necesario consultar en Poconchile y Humapalca instalaciones amplias y de suficiente capacidad para maniobras, estadia y composición de trenes e inversión de locomotoras.

Se ve, pues, que el beneficio de la electrificación, extendido sólo a una parte de las secciones Arica-Central y Puquios-Charaña, presentaría deficiencias de tracción insalvables y gravosas, aparte de la demanda de gastos considerables para

nuevas instalaciones. Es entonces, del caso ampliar el estudio para resolver el problema en forma también más amplia.

Como la electrificación de la sección de cremallera se impone, las soluciones se reducen a dos: o se electrifica sólo esa sección, o se hace extensiva también a las dos secciones comprendidas entre Arica y Central y Puquios y Charaña, es decir, a toda la sección chilena del ferrocarril. Como hemos visto las desventajas de la electrificación extendida a una parte de esas secciones habría que estudiar comparativamente el costo de la implantación de ambos sistemas, la electrificación y la petrolificación de las locomotoras, y sobre todo, la economía que uno y otro sistema pueden reportar en ambas secciones totales de adherencia.

La electrificación de las secciones Arica-Central y Puquios-Charaña, tiene la ventaja de aprovechar una instalación en proyecto que bien puede ser ampliada sin grandes gastos y sin otro tropiezo que el que pudiere resultar de la menor capacidad de la fuente de energía que se aprovechara; pero que haría necesaria la adquisición de equipos de tracción; en cambio, el empleo del petróleo en las locomotoras aprovecharía de las unidades disponibles para el servicio que significan un capital considerable ya invertido, pero haría necesarias las instalaciones para guardar y transportar el petróleo en el puerto y en la línea, respectivamente. Se desprende desde luego cierta igualdad en las condiciones principales de establecimiento de ambos sistemas, la cual habría necesidad de estudiar a fondo considerando el factor fundamental y decisivo en la cuestión para resolverse por uno u otro: la economía efectiva que se obtendría sobre el sistema de tracción a vapor consumiendo hulla.

Si se electrifica sólo la sección de cremallera, el estudio del empleo del petróleo en las locomotoras a vapor se impone; pero si se ha de electrificar toda la sección chilena, dicho estudio pierde enormemente de su importancia, casi desaparece debido no sólo a que los consumos en la sección boliviana del ferrocarril dejan de ser considerables y gravosos porque no hay fuertes rampas en grandes recorridos, sino que también porque allí se emplean en la actualidad locomotoras a vapor recalentado que, como es natural, son mucho más económicas que las a vapor saturado. De aquí nace la necesidad de relacionar ambos problemas y de resolver uno previamente para considerar en seguida el otro.

Situado el sistema relacionado con el empleo del petróleo en las calderas de las locomotoras del ferrocarril en el verdadero terreno que le corresponde y ha de corresponderle más aún en el futuro, es del caso entrar a considerar algunos de los factores que pueden ilustrar sobre la economía y las ventajas que reporta el uso del petróleo o combustible líquido respecto del combustible carbón de hulla.

Debido a varias causas, complejas algunas, el precio del carbón en los últimos tiempos ha ido en aumento progresivo y es seguro que, si el alza no continúa, por lo menos ha de mantenerse en su importancia actual, pues, si es verdad que la explotación de nuevos y numerosos yacimientos da lugar a una mayor produc-

ción para cubrir la demanda mundial, también lo es que esta demanda aumenta en igual o mayor proporción a causa del inmenso desarrollo alcanzado por las industrias en el mundo. Por otra parte, si es indiscutible que métodos más perfeccionados y herramientas más rápidas significan una disminución en el costo de producción, tampoco puede discutirse que, debido a la disminución de las jornadas de trabajo, las que han sido reducidas de 9 i 1/2 o 10 a 8 horas, para los equipos que trabajan en las minas, y a las diversas leyes de previsión social dictadas por los países productores de hulla en beneficio de los obreros, el costo de producción más bien tiende a elevarse que a decaer.

En cuanto se refiere a países productores de carbón, no habría necesidad de considerar otros factores de influencia decisiva; pero cuando se trata del nuestro, a pesar de que también lo es, es imprescindible tomar en cuenta el factor fletes marítimos, puesto que gran parte del consumo, y especialmente el de los ferrocarriles fiscales, se atiende con las importaciones procedentes de Cardiff o Australia. Y respecto a nuestro país, los fletes constituyen un factor muy importante, ya en tiempo de normalidad en los mercados y en el tráfico del comercio, por la falta de marina mercante nacional; pero muchísimo más en la actualidad en que una y otra condiciones han desaparecido. Es casi seguro que el alto valor actual de los fletes marítimos y sobre todo su escasez no han de desaparecer en un futuro cercano y, por consiguiente, el precio de la hulla ha de mantenerse o elevarse por esta causa durante muchos años, máximum cuando la situación ha de presentarse en época anormal, dentro de la cual los consumos de hulla han de incrementarse enormemente para satisfacer las necesidades de las diversas industrias que deben encargarse de la fabricación de los materiales de reconstrucción que deben ser elaborados para reponer todo lo destruido por la guerra europea.

El petróleo, en cambio, gracias a nuevos y abundantes yacimientos o pozos que se entregan a la explotación, aumenta su producción mundial, mantiene sus precios convenientes y, sobre todo, por producirse en grandes cantidades en mayor número de países, no está afecto a un semi monopolio como la hulla, ni está expuesto al peligro de bruscas oscilaciones en los precios por las huelgas, como ocurre en los centros y mercados hulleros, ni tampoco al peligro de futuro agotamiento en el mercado proveedor por causas análogas. Por todas estas condiciones, el petróleo presenta mayor grado de seguridad en el aprovisionamiento y promete para un largo periodo precios normales, nó sensiblemente más altos que los actuales, y cotizaciones no expuestas al peligro de las oscilaciones que pueden en un momento determinado afectar gravemente y de improviso la economía de una explotación ferroviaria.

Otro punto esencial al comparar el empleo de hulla con el del petróleo, es el que se refiere a las pérdidas.

Generalmente los proveedores fijan sus precios f. o. l. en el puerto de desembarque pero, como en nuestro país, los ferrocarriles del Estado exigen que el carbón sea entregado en carro, en tierra, aquéllos recargan sus cotizaciones en la proporción que corresponde al porcentaje de pérdida de las operaciones de desembarque, o sea, el 1^o/. Como todo carbón que se entrega, contiene un porcentaje considerable de molido, 15 a 20^o/, y con los medios de desembarque o trasbordo en nuestros puertos son rudimentarios y, por consiguiente, se desprende gran cantidad de carbón reducido a polvo fino que vuela y molesta a los jornaleros, éstos, para evitarse la incomodidad, recurren al medio de mojar el carbón con gran cantidad de agua, procedimiento que, sin duda alguna, hace aumentar el peso del combustible al tiempo de pasar por la romana. Esto constituye un factor no despreciable de pérdida.

El petróleo transportado en grandes cantidades lo es en buques-estancques en los cuales no puede producirse pérdida alguna; su trasbordo a tierra desde el buque a los estancques-depósitos se hace por medio de cañerías que los conectan directamente, evitando toda pérdida. Por este solo capítulo hay, pues, una economía que puede estimarse en 1.25^o/ del total del carbón adquirido para el consumo anual del ferrocarril, o sea, para el de Arica a La Paz, 187.5 toneladas que al precio medio de \$ 33 oro de 18 d. c/u, puesta en depósito general en Arica, representa una pérdida para los consumos de carbón, ascendente a \$ 6 187.50 oro de 18 d., sobre el consumo anual de 15 000 toneladas.

Luego después, el transporte de playa a carbonera, el de ésta a los depósitos auxiliares, ubicados en la línea y las mermas inevitables durante el trayecto, la molienda del carbón por los trasbordos de vapor a lancha, de lancha a carro, de carro a depósito general, de éste a carro, de carro a carbonera y de ésta al estancque de las locomotoras, es demasiado sensible y se traduce, si no en una pérdida o merma inmediata, seguramente en un mayor consumo por la gran cantidad de carbón molido que escapa por la chimenea, arrastrado por el enorme tiraje que deben desarrollar las locomotoras en su trabajo de ascensión con trenes pesados en rampas que fluctúan en toda la sección chilena entre 15 y 60 por mil.

¿A cuánto asciende la pérdida por estas causas? Es lo más difícil de determinar, pero seguramente llegará a sumar muchos miles de pesos si se considera que el consumo anual llega a 15 000 toneladas. Si se considerase sólo un 2^o/, se elevaría a cerca de 10 000 pesos oro de 18 d.

No sucede otro tanto con el petróleo. Este combustible, una vez en los estancques-depósitos colocados en playa para recibirlo directamente de los buques, es trasvasijado por medio de bombas a los tanques distribuidores, es decir, a los que reparten el petróleo, sea directamente a los estancques de las locomotoras de ser-

vicio en esa sección, sea a los carros tanques que lo transportan a los depósitos ubicados a lo largo de la línea.

La distribución desde los tanques-distribuidores se hace por medio de «tubos de cuello de cisne» que trasvasijan el petróleo directamente a los carros, sin pérdida alguna. Los tanques-distribuidores, generalmente usados en conexión con los depósitos, tienen una capacidad de 20 000 galones, es decir, para unas 75.7 toneladas de combustible líquido.

Los carros tanques usados se construyen para una capacidad de 8 000 galones; están provistos de plataformas de circunvalación para el personal que está encargado de las válvulas de carga y descarga. Dichos carros tienen en el fondo del depósito una válvula que puede manejarse fácilmente y por la cual se hace el vaciado del petróleo a los pozos construídos en la misma línea y que se aprovechan para la operación. De estos pozos, ubicados debajo de la vía, al estilo de los pozos pica fuegos, se trasvasija el petróleo al estanque de distribución, que luego después ha de surtir los ténders de las locomotoras en ese punto, o en caso que se trate de un gran centro donde deban surtirse diversas industrias o usinas, a un estanque-depósito para almacenar y trasvasijar a medida de las necesidades a los estanques distribuidores. La elevación del petróleo de los pozos de recepción a los estanques distribuidores, se debe hacer inmediatamente después de vaciados los carros, o en cuanto se principie esa operación, para evitar las consecuencias de su exposición a la interperie y, principalmente, la acumulación de polvo que pueda perjudicar después el funcionamiento de los inyectores o quemadores.

Todas las operaciones de almacenaje, trasbordo y transporte de petróleo significan un mayor gasto de instalación; pero él evita, en cambio, las pérdidas y mermas que se producen con el carbón y que hemos señalado antes.

Respecto de los consumos, comparados, de carbón y petróleo, podemos referirnos a estudios practicados en otros ferrocarriles extranjeros que han optado por el empleo del combustible líquido, para llegar por otra parte a determinar el grado de exactitud que pueden haber alcanzado esas mismas experiencias. Según datos publicados en «The Railway News» por el señor, G. B. Holloway, Secretario del Ferrocarril Mejicano y después su Gerente, puede admitirse que siete barriles o tambores de petróleo equivalen a una tonelada de peso y, de sus experiencias personales prácticas y de las pruebas experimentales efectuadas antes, puede deducirse que cuatro y medio tambores de combustible líquido, producen un rendimiento igual al que se obtiene con una tonelada de carbón.

De lo anterior se desprende que 643 kilos de petróleo producen igual cantidad de trabajo útil que 1 000 kilos de hulla. Se puede deducir también que, si una tonelada de petróleo puede conseguirse a igual precio que una tonelada de carbón, habría una economía de 35.7 % en los consumos y, por consiguiente, en los gastos de combustible.

¿Cómo puede llegar a obtenerse ese 35.7 % de economía en los consumos de petróleo respecto de los del carbón? Estimamos que siguiendo el siguiente proceso

1.º El carbón tiene (tomamos para la comparación las características de australiano, por ser el que hemos usado en el Ferrocarril de Arica a la Paz, marcas Wallsend y Duckenfield)

Cenizas, porcentaje	12 %
Azufre, impureza desfavorable	0.56 %
Agua higroscópica	5.— »
<hr/>	
Total	17.56 %

de materias volátiles o impurezas inaprovechables que con el empleo del petróleo significan igual porcentaje de economía en los consumos.

Por otra parte, el carbón australiano de esas marcas puede llegar a un poder calórico de 7 500 calorías, siendo su poder medio corriente de 7 200 unidades calorías, mientras que el petróleo americano, o por lo menos las especificaciones de los contratos de las compañías proveedoras, señalan para el petróleo una potencia calórica de 9 500 calorías. Por este capítulo puede, pues, tenerse una economía teórica segura de 21 %, la que, sumada con la anterior, arrojaría una economía total aproximada y posible de obtener, equivalente al 38.56 % sobre los gastos de consumos de carbón de hulla.

El menor porcentaje de economía obtenido en el Ferrocarril Mejicano puede provenir de que las pruebas experimentales han sido hechas con carbón norteamericano, el cual tiene mayor potencia calórica que el australiano.

De todo lo anterior se desprende que, para el Ferrocarril de Arica a La Paz que consume unas quince mil toneladas de carbón por año, la economía, considerando sólo el 35.7%, alcanzaría a 5 355 toneladas de carbón que, al precio de 33 pesos oro de 18d. que cuesta cada una puesta en depósito general, sin considerar el valor de los fletes del carbón que se trasporta a los depósitos auxiliares de la línea, significan 176 715 pesos oro de 18d.

Ante estas deducciones, todo el problema queda reducido a estudiar los mercados posibles proveedores del ferrocarril, a elegir el que esté ubicado más favorablemente en relación con los fletes marítimos y el costo del petróleo a bordo en el puerto de Arica y a buscar las condiciones que hagan posible su adquisición al mismo precio que la hulla y, en el caso más desventajoso, a un precio ligeramente superior.

Sin embargo, del estudio de los precios se pueden desprender algunas consideraciones que permitan formarse concepto en la materia.

El carbón australiano Wallsend y Duckenfield ha sido adquirido a 30.50

pesos oro de 18d. la tonelada puesta a bordo en Arica, otros precios posteriores han descendido a 29.80 oro; pero si se considera el pago de lanchaje, el de movilización y el de descarga a depósito general, puede concluirse que el precio por tonelada se fija en 33 pesos oro, o sea

49 chelines 6 peniques la tonelada.

La última propuesta aceptada a Schwager, compañía nacional chilena, indica el precio de 46 chelines la tonelada a bordo Arica y una propuesta de Graham Rowe por 5 000 toneladas indica el de 52 chelines a bordo Arica y 33 a bordo Talcahuano. Para la primera se obtendría el carbón puesto en depósito general a

49 chelines 9 peniques la tonelada

para la segunda a 55 » 9 » *la tonelada de carbón australiano.*

Ahora bien, el petróleo del Perú, más noble que los otros en cuanto a calidad y potencia calórica, puede obtenerse en la costa de Chile a 70 chelines la tonelada, precio que talvez bajaría un tanto si se trata de grandes cantidades pero no en gran proporción, y el de California a 42 chelines 6 peniques. Este último valor es el que se podría pagar actualmente por grandes partidas puesto a bordo en Arica.

Comparando, pues, el precio más bajo que se ha obtenido en la provisión de carbón para el ferrocarril de Arica a La Paz de 49 s 6 d. por tonelada, reducible a 46 chelines para el carbón puesto a bordo, pero que en realidad debe considerarse íntegro por ser inherentes los gastos de descarga a lancha y a depósito, con el precio que se pagaría por la tonelada de petróleo, ascendente a 42 s 6 d., se obtiene una nueva economía que alcanza a 11.64 por ciento.

La comparación se ha hecho con el petróleo de California, porque ante la desigualdad de precios con el del Perú no es posible siquiera pensar en importarlo desde este último país, aún cuando el producto que de allí procede sea de mejor calidad. La desigualdad de precios define también por sí sola lo que se refiere al estudio de los mercados posiblemente proveedores. Hay, por otra parte, razones de índole diversa y que no carecen de importancia, para aconsejar no escoger el mercado del Perú como proveedor, puesto que en el medio de la lucha de competencia que en el ferrocarril de Arica sostiene con los ferrocarriles del sur de aquel país, es muy posible que el gobierno del mismo tome medidas aduaneras de exportación que tengan bastante influencia sobre la economía de la explotación del ferrocarril chileno, por medio de alzas y bajas de derechos de exportación.

Hay otros factores también muy importantes que deben ser considerados en la comparación de los consumos de carbón y petróleo y que, en todo caso, de-

muestran nuevas ventajas para el empleo del segundo. En primer término se destaca la economía en el aprovechamiento de las materias combustibles, en segundo varias economías posibles de obtener en los personales.

La combustión del carbón para que sea medianamente perfecta requiere personales muy competentes y caros, demasiado difíciles de obtener, por otra parte en la región de influencia para el ferrocarril de Arica a la Paz; pero, por la naturaleza misma del obligado sistema de alimentación de los fuegos, en forma intermitente, se produce, cada vez que hay una nueva alimentación, una congestión en el interior del hogar, el aire que a él penetra no entrega el suficiente oxígeno para quemar todos los gases y el carbono y se produce una pérdida importante en el aprovechamiento del carbón con la salida de densas columnas de humo por la chimenea. El fogón alimentado así, va pasando por máximos y mínimos de aprovechamiento y calor, produciendo variaciones de temperatura bastante sensibles que, seguramente perjudican las partes vitales del caldero: planchas del hogar, tirantes y tubos, etc. Estos últimos se escorean y los fuegos deben ser limpiados con frecuencia, produciendo los dos mismos efectos denunciados más arriba, especialmente en las locomotoras de cremallera.

En el empleo del petróleo la alimentación se hace por quemadores que, según el antiguo sistema, producen la combustión del petróleo atomizado por medio del vapor, o por instalaciones del sistema Wallsend Howden que ha producido una economía de hasta 20% sobre el primero.

La combustión más o menos perfecta del petróleo depende en parte mínima del quemador, si se le usa del sistema más perfeccionado; pero en parte muy principal de la pericia con que se usa. El humo negro que escapa es seguro indicio de que la combustión no es perfecta, indica que debe regularse, lo que se consigue fácilmente con personal preparado, o que por lo menos, esté en condiciones de asimilar las enseñanzas que se le dan. Es seguro que el empleo del petróleo exigiría la contratación de una parte del personal, ya especializado en el manejo de locomotoras a combustible líquido.

El inconveniente de las bruscas variaciones de temperaturas en los fogones y demás partes internas del caldero, también puede presentarse con el empleo del petróleo; pero con mucho menor frecuencia, ya que ello sucedería sólo durante las estadias en las estaciones en que el servicio de los quemadores se reduce al minimum con nueva economía para los consumos. Dicho inconveniente puede ser fácilmente subsanado adoptando el sistema hoy día en uso en nuestras maestranzas, el cual consiste en tapar la chimenea y cerrar todas las partes del cenicero y del fogón para producir el completo aislamiento de las corrientes de aire frío.

En cuanto al personal necesario para la encarbonadura de las locomotoras que representa un gasto anual, para el ferrocarril de Arica a la Paz, de 34 000

pesos m/c. y que no podría suprimirse con el uso del carbón, sería totalmente ahorrado si se usara el combustible líquido, pues, el aprovisionamiento de las locomotoras podría hacerse por el mismo fogonero. Esta economía considerable está aumentada con el tiempo que se economiza en el aprovisionamiento, el cual puede reducirse de 30 a 5 minutos.

Mientras se emplea carbón, las locomotoras están obligadas a detenerse en ciertos puntos del trayecto para proveerse de nuevo una vez consumida la primera provisión. Con el empleo del petróleo se aumenta el trayecto de recorrido sin nueva provisión, puesto que hay una considerable economía que hemos podido establecer alrededor de 35%. Esto, quiere decir que una locomotora que recorre cien kilómetros con dos toneladas de carbón, podría recorrer ciento cincuenta con dos toneladas de petróleo.

También se evita con el empleo del petróleo la gran pérdida que significa el tener los depósitos de carbón a plena interperie con los consiguientes desprendimientos de gases que van haciendo más pobre su potencia calórica. El petróleo, además de poderse guardar en recintos cerrados y relativamente pequeños, puede almacenarse durante mucho más tiempo.

En el empleo del combustible líquido se obtiene también economías apreciables al caldear las locomotoras, pues, desaparece por completo la limpieza de los ceniceros y el consumo de leña para encender los fuegos, consumo que debe tenerse muy en cuenta en un ferrocarril ubicado en una rejión en la cual escasea la leña. Desaparecen también las escorias y se ahorra su transporte a largas distancias; desaparece la limpieza de los pozos y, por otra parte, se conserva mejor la limpieza de las locomotoras y la duración de las piezas que ya no están expuestas a sufrir con el carboncillo que cae del escape. No es despreciable la economía de tiempo, pues, mientras con carbón se necesitan tres y media horas para caldear una locomotora, en caso de usarse el petróleo se necesita sólo una y media.

La disminución del número de vagones destinados al transporte de combustible a la línea y la eliminación de toda posibilidad de robo, son otros factores de economía de los cuales el primero, es de gran importancia para el ferrocarril de Arica, ya que para desarrollar su explotación necesita contar con el mayor número de equipos para los acarreos.

Respecto del personal de las locomotoras, es indudable que habría necesidad de dar enseñanza prévia, a los maquinistas y muy especialmente a los fogoneros, de quienes el empleo del combustible líquido exige una mayor dedicación para atender los fuegos.

De la exposición anterior, podemos deducir los factores favorables traducidos en economías, en la forma siguiente:

Economía de la pérdida inevitable para el carbón desde el punto de embarque hasta carro en el de desembarque y que recarga los precios.....	2 % oro de 18 d.
Economía por pérdida en el desembarque de lancha a carro.....	25
Economía por pérdidas en canchas.....	50
Economía en los consumos.....	35.70
	<hr/>
Total de economías.....	38.45 % \$ 190 307.50

Estimando que la tonelada de petróleo puede obtenerse al mismo precio que la tonelada de carbón a bordo en Arica y sin estimar todas las otras economías enumeradas, que son difíciles de valorizar y las de personales y leña que alcanzan a más de 36 000 pesos moneda corriente.

Si, como hemos consignado anteriormente, por datos que nos han sido suministrados por agentes de importadores de petróleo, éste puede obtenerse a bordo en Arica a 42 s. 6 d. la tonelada, debemos agregar a la anterior la economía de 11.64 % por diferencia de precio, economía que comprende, si se la toma en cuenta, el 2 % por pérdidas desde el punto de partida al de recepción, y que, en consecuencia, queda reducida a 9.64 por ciento. En tal caso la economía total alcanzaría a la enorme cifra de

48.09 por ciento del actual gasto de consumo de carbón.

Como en todas las cantidades anotadas en economías son datos que se refieren a otros ferrocarriles o que tienen una base simplemente teórica, es admisible prever que el 48 % no se mantenga y que más bien puede bajar hasta un 35 o un 40 %. Sin embargo, en los ferrocarriles mejicanos que han empleado combustible líquido proveniente de California, se ha obtenido en los consumos una economía de más de 40 %.

En cuanto al costo de una instalación para provisión y almacenamiento de petróleo, para su transporte y depósito, suficiente a satisfacer las necesidades del ferrocarril de Arica a La Paz, es muy difícil determinarlo, pues, depende, en primer lugar, de la provisión que se desea tener siempre almacenada y, en segundo lugar, de las condiciones del mercado en el cual han de adquirirse las instalaciones.

Podría aceptarse una instalación con capacidad para tres mil toneladas en Arica, dos mil en Central y mil en Puquios, Charaña, Corocoro y Viacha, o sea, en total, nueve mil toneladas de combustible, que alcanzan para diez meses con el ráfago actual del ferrocarril; puede proyectarse una de 8 000 toneladas en Arica, 3 000 en Central y Puquios y Charaña y 1 000 en Viacha. Sus costos serían, más o menos:

	£	s	d
Un estanque-depósito en Arica para recibir el petróleo del buque-tanque por medio de cañerías, con capacidad para 8 000 toneladas, con accesorios	4 000	—	—
Montaje y protecciones del mismo	500	—	—
Cañerías de conexión del buque-tanque al depósito y sus accesorios e instalación	200	—	—
Un estanque-distribuidor con capacidad para 20 000 galones o 75 000 kilos petróleo	500	—	—
Dos bombas Triplex, Gould de 8" X 10", con tubos de aspiración de 6" y de descarga de 5", conectadas directamente a dos motores eléctricos de 7 1/2 HP. y con capacidad para 15 000 galones por hora	150	—	—
Tres tanques-depósitos en Central, Puquios y Charaña c/u con capacidad para 4 000 toneladas; bombas y accesorios; c/u £ 2 000	6 000	—	—
Un estanque depósito en Viacha para 1 000 toneladas, con bombas y accesorios	600	—	—
Cuatro pozos para descarga de vagones, para los cuatro tanques anteriores, construidos en albañilería de ladrillo	800	—	—
Cinco carros-tanques para trasportar petróleo, con capacidad para 7 000 galones c/u. o 25 000 kilos o sea £ 180 c/u	900	—	—
Armadura de los carros y otros gastos	100	—	—
Costo de conversión de 25 locomotoras a razón de £ 200 c/u., considerando todos los gastos	5 000	—	—
El costo total alcanza a	£ 18 750	s	d

Dieciocho mil setecientos cincuenta libras esterlinas, de las cuales corresponden:

a gastos de instalación para el petróleo.....	12 750
a transformación de locomotoras.....	5 000
a adquisición de carros para el transporte.....	1 000
	£ 18 750

Las instalaciones para el petróleo, con capacidad para almacenar simultáneamente 21 000 toneladas de combustible, suficientes para satisfacer las necesidades del tráfico actual durante dos años, costaría £ 12 750; las instalaciones más modestas a que hemos hecho mención, con capacidad para nueve mil toneladas, costarían de 5 a 6 000 libras.

Es natural que en el presupuesto anterior aparezcan cifras estimadas sólo a grosso modo, porque no es posible tener en la actualidad idea aproximada de los precios corrientes de los mercados extranjeros, por instalaciones que deben fabricar en circunstancias tan anormales. Para hacer una estimación aproximada o un verdadero presupuesto que corresponda a la idea en estudio, sería necesario entrar en relaciones directas con esos mercados o llamar a un concurso de propuestas, previa comprobación del sistema que obtenga mayor porcentaje de economía, pues, el de Wallsend Howden, ha comprobado una de 20% sobre el sistema más corriente de quemar el petróleo atomizado por medio de vapor.

Acceptando como posible una economía de 40% sobre los actuales consumos de carbón, las 15 000 toneladas de hulla que actualmente se necesitan por año, quedarían reducidas a 9 750 toneladas de petróleo, digamos 10 000. Las 5 000 toneladas de carbón economizado equivalen a 165 000 pesos oro de 18 d., anuales, de modo que en uno y medio años se cubriría totalmente el gasto de 250 000 pesos oro que importarían las instalaciones y los carros conjuntamente con la transformación de las locomotoras. Si se opta por la instalación más pequeña, su costo y el de los equipos se cubren con la economía de un año.

15/ 11/915.