

El uso del carbón pulverizado y el porvenir de la provisión de combustible en Chile

POR

W. D. WOOD

Un viaje al través del sur de Chile, de cuyas bellezas y recursos se oye hablar tanto, constituye verdaderamente una revelación. Una revelación representan las bellezas de sus lagos y sus montañas coronadas de nieve, sus extensos campos de trigo y otros granos, así como sus miles de hectáreas de terrenos fértiles para el cultivo.

Sin embargo, para el ingeniero u observador práctico, hay una particularidad que lo impresiona inmediata y fuertemente, a saber: la rapidez extraordinaria con que se destruyen los bosques, en un tiempo impenetrables. Si se continúa con el procedimiento actual, no está lejano el tiempo en que Chile tenga que importar gran parte de su madera de construcción, de la misma manera que ahora importa su provisión de combustible de petróleo—unas 600 000 toneladas anuales—para ser empleado en las salitreras, cuyo valor empobrece al país en varios millones de pesos al año, siendo uno de los factores de la depresión del cambio.

Es necesario que nos demos cuenta que en el sur de Chile existen millones de toneladas de carbón, el cual extraído, transportado, preparado y quemado en debida forma, puede reemplazar ventajosamente al combustible líquido que se consume actualmente en las salitreras.

No es posible, dicen los escépticos: el carbón chileno no puede competir con el petróleo, porque no se extrae en cantidad suficiente de las minas y porque los fletes son demasiado subidos, etc.; pero en lugar de raciocinar así es menester estudiar dos o tres puntos de este problema:

1.º La producción actual no es suficiente para satisfacer a la demanda de las oficinas salitreras por la muy sencilla razón de que dicha demanda no existe.

Que se llegue a producir una demanda y la producción de las minas actuales y de las nuevas aumentará rápidamente para satisfacer y surtir al nuevo mercado.

2.º Los fletes son altos, demasiado subidos.

Para esto tienen los dueños de minas una solución fácil, empleando para el acarreo sus propios buques carboneros.

Una solución más económica aún, consiste en usar flotas de barcas de alta mar, compuestas de cascos viejos—veleros grandes, sin mástiles—los cuales pueden ser remolcados en convoyes de tres o cuatro por remolcadores de alta mar. Este sistema, usado extensamente en los EE. UU. para transportar carbón de Virginia a los estados de Nueva Inglaterra, en el Atlántico, sería ideal entre los puertos carboneros del sur de Chile y los puertos salitreros, obteniéndose verdaderas ventajas.

Debe tenerse presente que en los puertos de todo el mundo existen veleros en gran cantidad, detenidos por falta de carga, muchos de los cuales pueden adquirirse por una parte de su valor y, arreglados con poco costo, se transformarían en barcas carboneras.

Sinteticemos con un ejemplo cuál sería el plan de explotación. Un remolcador de alta mar que pueda arrastrar tres barcas con carbón de Coronel a Antofagasta, realizaría fácilmente el viaje en menos de una semana. El remolcador dejaría en este puerto las barcas para su descarga, tomaría tres vacías y regresaría a Coronel. Debe tenerse presente que las barcas deben estar provistas de un donkey para levar anclas, tirar cables y encarbonar de la cala.

Llegado a su destino, dejaría las barcas y tomaría otras tres que han debido estar cargadas, demorando el tiempo indispensable para encarbonar sus propias carboneras.

No se necesita ser ingeniero o matemático para ver la enorme economía que se obtiene por este sistema o para ver la razón por qué el sistema actual es tan costoso.

Un vapor permanece actualmente varios días en puerto, recibiendo su cargamento de carbón. Durante este tiempo, toda la tripulación gana su sueldo, y el caso se repite cuando el vapor llega a puerto y se procede a su descarga. Este sistema es dos o tres veces más oneroso que el propuesto, porque el remolcador está prácticamente en continuo trabajo productivo y el único gasto improductivo es el pago de

un timonel y dos estivadores—tres turnos en viaje—para atender cada barca, todos con salarios bajos.

Calcúlese, además, la economía que se obtiene si en vez de acarrear carros carboneros vacíos al puerto, se tiene un solo tipo de carro en explotación que sirva para el carbón en los viajes de subida y para el salitre en los de bajada.

Debe agregarse que los costos de producción pueden ser disminuídos por la adopción de sistemas más modernos, con equipo que economice trabajo y tiempo, lo que se justificaría por la mayor demanda y aumento de producción.

3.º) ¿Puede competir?

Con toda seguridad puede más que competir, a pesar de tener un bajo valor calorífico. Por ejemplo, a un carbón que dé nada más que 5 300 a 6 000 calorías se le puede hacer producir tanto vapor y con tan alto rendimiento como un petróleo que dé 10 000 calorías. Para llegar a este resultado, basta con secar previamente el carbón y pulverizarlo hasta la fineza de un cemento, quemarlo en suspensión en un fogón de capacidad suficiente para obtener la combustión completa del carbón, perfectamente bien mezclado con el aire.

Ilustremos esta afirmación por medio de un ejemplo concreto:

Tomemos, por decirlo así, un caldero de 300 HP. nominales, esto es, que tenga 3 000 pies cuadrados (278,7 m².) de superficie de caldeo, en este caso, un caldero de tubos de agua. Supongamos que se use petróleo de 18 000 B. T. U. por lb. (10 000 calorías por Kg.) y que se obtenga un rendimiento combinado de caldero y fogón de 78%. Esto nos exigiría un consumo de 715,7 lb. (324,6 kg.) de petróleo por hora.

Ahora, por otra parte, si quisiéramos quemar en lugar de petróleo un carbón que diera, digamos 10 000 B. T. U. (5 555 calorías por Kg.) tal como el Lirquén, por ejemplo, que tuviera 10% de agua y 9 a 10% de cenizas, podríamos, secándolo y pulverizándolo, obtener un rendimiento combinado de caldero y fogón de 80. Esto significa que tendríamos que consumir en el caldero 1.162,9 lb. (527,5 kg. de carbón por hora).

En caso de emplear en lugar del mencionado carbón otro de mayor valor calorífico tal como el Lota, por ejemplo, que da 12 600 B. T. U. (7 000 calorías), consumiríamos, con un rendimiento de 80%, solamente 998 lb. (452,7 kg.) de carbón, por hora.

Entonces, el cálculo para comparar el costo de funcionamiento a petróleo con el costo a carbón pulverizado, se reduce a las dos fórmulas siguientes:

$X \times Y \times Z$ = Costo de funcionamiento por hora, con carbón.

$X \times B \times C$ = Costo de funcionamiento por hora, con petróleo.

$(B \times C) - (Y \times Z)$ = Economía por hora en favor del carbón.

En las cuales:

X = Libras de vapor que se necesitan por hora.

Y = Libras de carbón consumidas por hora.

Z = Costo del carbón puesto en los calderos.

B = Libras de petróleo consumidas por hora.

C = Costo del petróleo puesto en los calderos.

La cantidad X, o sean las libras de vapor que se necesitan por hora, debe ser conocida en cada caso. Si no lo fuera, el HP. o tamaño del caldero se puede tomar como base de comparación entre el petróleo y el carbón.

Tomemos, por ejemplo el caso anterior de un caldero de tubos de agua de 3 000 pies cuadrados (278,7 m².) de superficie de caldeo debidamente proporcionado en cuanto a capacidad de fogón, etc. Sabemos por la práctica y la experiencia que se podría obtener fácilmente un rendimiento de 78% quemando en él, petróleo. Entonces, conociendo el valor calorífico de este último, 10 000 calorías, para obtener el número de kgs. o lbs. de petróleo que se consumirán por hora, tendremos que calcular las lbs. de agua que serán evaporadas por lb. de petróleo desde y a 212° F. (100°C.) Para obtener esto, multiplicaremos el vapor latente por el rendimiento, o sea:

$$\frac{970,4}{0,78} \text{ y tendremos: } 1\,244 \text{ B. T. U. (313,5 calorías),}$$

que representan la cantidad de calor necesaria para convertir una lb. de agua en vapor a 212°F. (100°C.) con rendimiento de 78%. Ahora, dividiendo 18 000, los B. T. U. en 1 lb. de petróleo por 1,244, tendremos 14,44 lb. (6,55 kg.) de agua que serán evaporadas por 1 lb. de petróleo con 78% de rendimiento. Entonces, dividiendo por esta cifra la cantidad de vapor consumido por hora, fijando ésta en 34½ lb. (15,6 kg.) por HP. de caldero, desde y a 212°F. (100°C), y tomando 10 pies cuadrados (0,93 m².) de superficie de caldeo por HP. de caldero, tendremos finalmente:

$$\frac{300 \times 34,5}{14,44} = 715,7 \text{ lb. (324,6 kg.) de petróleo por hora}$$

= "B" en la fórmula primitiva.

Procediendo en forma semejante para determinar el número de lbs. de carbón necesario por hora para evaporar la misma cantidad de vapor, con rendimiento de 80%, digamos, y dando el carbón 12 600 B. T. U. (7 000 calorías por kg.), tendremos:

$$\frac{970,4}{0,8} = 1\,213 \quad \frac{12\,600}{1\,213} = 10,38 \quad \frac{300 \times 34,5}{10,38} = 998 \text{ lb.}$$

(452,7 kg.) de carbón por hora = "Y".

Nota.—La experiencia de varios años de funcionamiento de calderos con carbón pulverizado nos muestra que en calderos modernos, con cámaras de combustión debidamente proporcionadas y con carbón convenientemente secado y pulverizado, se puede obtener fácilmente y mantener un rendimiento de 80%, sin tomar en cuenta el valor calorífico del carbón. Esto está probado por cientos de ensayos. No sólo esto, sino que calderos equipados para quemar carbón pulverizado pueden producir de 200 a 300% más que su capacidad normal,—en otras palabras—un caldero de 300 HP. puede producir 900 HP. estando provisto de un equipo y fogones apropiados. Es preciso tener bien entendido que no se puede adoptar un caldero para el uso de carbón pulverizado con quitar sencillamente las parrillas y colocar un quemador para carbón pulverizado. Es necesario hacer varias modificaciones al caldero.

En cuanto a la cantidad "Z" en la fórmula, ésta comprende:

- 1.º) El costo del carbón puesto en la fábrica.
- 2.º) El costo de secadura y pulverización; y
- 3.º) El costo de introducción dentro del fogón.

El ítem 2.º se calcula como sigue:

El secador evaporará o secará seis a siete lbs. de agua por lb. de carbón consumido. Supongamos que el carbón contenga, por ejemplo, 11% de humedad y haya que secarlo a 1%, entonces se necesitarán:

$$\frac{2\,000 \times 0.10}{6} = 33,3 \text{ lb. de carbón por cada tonelada}$$

de carbón secado, (16,6 kg. por ton. net.).

En las salitreras, donde reina un clima seco, esta secadura podría, sin duda, suprimirse. Esta cantidad multiplicada por el costo de dicho carbón, dará el costo del combustible empleado en secar, por tonelada de carbón preparado. No se debe caer en el error de considerar este combustible de secadura como un gasto adicional, cargado al carbón, pulverizado; no lo es si esta humedad no se elimina lenta y económicamente en un secador, para dentro del fogón junto con el carbón, para formar allí vapor al ser eliminada con lo cual se reduce considerablemente el rendimiento del caldero. Parte del combustible introducido dentro del fogón debe gastarse en eliminar la humedad cuando se emplea carbón húmedo y dicho combustible puede considerarse perdido en cuanto se refiere a la producción de vapor. Por consiguiente, con secar el carbón previamente se obtiene una ganancia.

La energía necesaria para secar y pulverizar será de 12 a 13 KW. por tonelada pulverizada, la cual multiplicada por el costo de dicha energía dará el costo de pulverización, agregando el gasto en jornales (1 hombre por turno para plantas de 100 a 200 toneladas de capacidad diaria) y el gasto en reparaciones y conservación (entre 1½ a 3 centavos americanos por tonelada pulverizada).

Item 3.—El costo de introducir el combustible dentro del fogón será el costo de la energía por KW. \times 3 a 4 KW. por tonelada movilizada.

Ahora bien, teniendo ya computados los valores de X, Y y Z, determinaremos en forma semejante los de VB y C₂, incluyendo en este último, el costo de bombear de los carros a los estanques y de éstos a los calderos, a la vez que el costo del vapor o aire comprimido empleado en la introducción del combustible dentro de los fogones.

La diferencia de costo, entonces, entre el funcionamiento con petróleo y el costo con carbón, multiplicado por el número medio de días u horas al año, dará la economía obtenida por año. Esta cantidad comparada con el interés que representa la nueva inversión, indicará si conviene o no la instalación del carbón pulverizado. En muchas plantas de dimensiones regulares, la economía obtenida por el empleo del carbón pulverizado ha sido tan considerable que ha alcanzado a amortizar completamente la inversión en dos o tres años.

Por cierto que, cuando la instalación de calderos es pequeña, lo que hay que hacer es adoptar la planta pulverizadora central, esto es, una planta bastante grande que se ubica en una situación central para proveer a varias instalaciones pequeñas de calderos, siendo transportado el carbón pulverizado a éstos en carros estanques en forma de tolva, con lo cual se reduce considerablemente el costo de producción. De esta manera, cada pequeña instalación de fuerza motriz recibe, cada día si es necesario, su provisión de carbón secado y pulverizado y listo para ser consumido. En este caso, el único gasto adicional sería la colocación de uno o más depósitos elevados para cada instalación, para almacenar el carbón pulverizado, con los sopladores, alimentadores y quemadores necesarios para alimentar los calderos a medida que se necesite. Será necesario, además, modificar o agrandar la cámara de combustión de los calderos, de manera que ésta tenga la capacidad necesaria para obtener los mejores resultados. Cuando se trata de calderos "Lancashire" (la mayor parte de las salitreras emplean este tipo), basta, simplemente, con agregarles una cámara de ladrillo refractario en la parte delantera.

Se ve, pues, que teniendo varias pequeñas instalaciones de fuerza motriz que compren su carbón de una planta pulverizadora central, éste se puede obtener mucho más barato que, si cada una de aquellas lo pulverizara independientemente, esto, por la muy sencilla razón que una planta grande, trabajando cerca de su capacidad máxima, puede producir carbón pulverizado mucho más barato que una de pequeña capacidad, debido en parte a la economía en jornales.

Una de las mejoras que ha tenido más éxito y ha revolucionado las industrias del carbón pulverizado en los últimos veinte años, ha sido la introducción de la

bomba "Fuller-Kinyon", para bombear o transportar carbón pulverizado, por medio de cañerías "standard" de acero más o menos como si fuera petróleo o agua. Este sistema, que fué patentado e introducido por la "Fuller-Lehigh C.º" ha tenido tanto éxito que está ahora instalado en todas las plantas en las cuales el carbón pulverizado tiene que ser transportado a cierta distancia o a varios estanques en diferentes direcciones.—Este dispositivo suprime los ascensores y transportadores, con su polvo, sus molestias, trabajo de conservación y peligro y sustituye en su lugar un aparato único, que transporta el carbón pulverizado directamente desde el molino hasta una distancia de 200 a 2 000 pies (61 a 610 m) al depósito elevado al frente del caldero o fogón hacia arriba o hacia abajo, rodeando esquinas u obstrucciones, por medio de codos apropiados en la cañería. Hasta una docena o más depósitos o fogones pueden ser alimentados por medio de una cañería matriz, con válvulas que funcionan electro-neumáticamente, siendo manejadas desde un solo punto, teniendo un tablero indicador en la carbonera y pudiendo dirigirse la alimentación a los diversos depósitos tal como se desee. Lo que tiene de hermoso y sencillo el sistema es que un hombre puede, sin salir de la carbonera, dirigir todo, empujando simplemente un botón puede enviar el carbón a cualquier depósito y cuando éste se encuentre lleno, una lámpara indicadora en el tablero se lo avisará, para que él pueda desviar el carbón hacia otro depósito o bien parar la bomba. Este sistema de transportar el carbón pulverizado ha tenido tanto éxito que ahora se emplea en la misma forma para transportar cemento, materias primas pulverizadas, hollín, etc., en algunos casos tomando el cemento directamente de los molinos y bombeándolo por medio de una cañería de 5" (12,7 cm.), a través de un patio y directamente a una altura de 90 pies (27,4 m.), dentro de siete silos de concreto, siendo la descarga a cada depósito controlada por medio de válvulas en la misma forma.

Ha costado varios años conseguir que las plantas de fuerza motriz de Estados Unidos, hayan adoptado el empleo de carbón pulverizado para sus calderos, siendo la primera instalada con éxito comercial por la "Fuller Lehigh C.º, Fuller Engineering División", en Agosto de 1916, en ocho calderos de 250 HP., instalados en los talleres principales del F. C. "Missouri, Kansas and Texas" en Parsons, Estado de Kansas.

Actualmente hay en funcionamiento y en construcción más de 400 000 HP. de calderos, que emplean exclusivamente carbón pulverizado, trabajando entre 300 y

300% de su capacidad nominal y no se proyecta ninguna planta nueva de fuerza de alguna importancia sin consultar el empleo de carbón pulverizado en sus calderos

Lo que se ha hecho en los Estados Unidos donde el carbón se consigue todavía a un precio bastante razonable, puede hacerse también aquí en Chile. No existe ningún caldero actualmente en las salitreras que consuma petróleo de alto precio que no pueda ser arreglado fácilmente para consumir carbón chileno pulverizado barato, siempre que se instale un equipo apropiado.

Este es el momento para principiar. El petróleo va subiendo en precio y seguirá subiendo, a medida que se vaya aplicando más universalmente a los buques, locomotoras, fábricas movidas por motores Diessel, autos, tractores, etc.

Mientras más luego se den cuenta de este hecho, más luego se disminuirá el costo de producción de vapor para todos los usos y con esto disminuirá asimismo el costo de producción del salitre.
