

Revista del YCF, Marzo 1961.
IAD/ED
3028
Y

Alto Rendimiento en Ferrocarriles

El Ingeniero Livio Dante Porta, personalidad relevante en materia de ferrocarriles, pronunció, en el Centro de Ingenieros, una conferencia relacionada con el uso y rendimiento del carbón de Río Turbio en las locomotoras, de trascendente interés. Presentó al orador en esa oportunidad, el presidente de Yacimientos Carboníferos Fiscales, Ingeniero Jaime R. Delacre, quien realizó una acertada y expresiva semblanza del ingeniero Porta. A continuación, transcribimos la versión taquigráfica de aquel acto.



**Deben adaptarse
las locomotoras
para usar carbón
de Río Turbio**

Ing. Delacre. — Señores, para mí es un particular placer presentarles al ingeniero Livio Porta, quien se recibió en el año 1946 en la ciudad de Rosario, es miembro de este Centro desde el año 1944; es Associate Member del Institute of Locomotives Engineers de Londres; miembro permanente del Congreso Panamericano de Ferrocarriles. El ingeniero Porta se ha dedicado desde hace muchos años, a la construcción y remodelación de locomotoras y desde el año 1957 forma parte de los técnicos de YCF y se ocupa del ferrocarril que va de Río Turbio a Río Gallegos. Trabajó el ingeniero Porta en el Instituto de Matemáticas con el profesor Beppo Levi y con el doctor Luis Santaló. Ha asistido a varios congresos y ha presentado varios trabajos. Al ingeniero Porta yo lo conocí por primera vez en setiembre del año 1959, en la casa del gobernador de Santa Cruz. Había muchos periodistas, senadores, legisladores y los periodistas el pidieron que dijera algo sobre el carbón de Río Turbio, de cómo se quemaba en las locomotoras el carbón de Río Turbio. El ingeniero Porta con una voz fuerte, sonora y con mucha vivacidad, dijo que el carbón de Río Turbio se podía quemar en las locomotoras y no solamente se podía quemar y daba energía sino que daba un rendimiento muy superior al carbón de Cardiff. Yo que por primera vez lo conocía, pensé que era un poco audaz su apreciación, y pensé para mí, que lo decía en un momento de entusiasmo. En este momento tengo el honor de decir que me equivoqué, que no fue en un momento de entusiasmo, sino que una afirmación tan importante, a primera vista parece rara. Cedo la palabra al ingeniero Porta para que les demuestre a ustedes, como me demostró a mí, que no es rara esa apreciación.

INTI/CID

3028

Y

notas de notas
carbón - Río Turbio - energía - con locomotoras - ferrocarriles.
gentlemen -

Ing. Porta. — Señores ingenieros. El carbón de Río Turbio ha sido objeto de múltiples controversias en nuestro país. La afirmación explícita a que se refería el ingeniero Delacre y que fue hecha como bien lo acaba de decir, frente al Gobernador de la Provincia, frente a los componentes de la entonces Comisión Bicameral que investigaba qué es lo que debía hacerse con la explotación de ese carbón, es la siguiente: "que una locomotora de nuestros ferrocarriles, convenientemente adaptada al carbón de Río Turbio, va a tener un rendimiento global de explotación superior al de su condición de fábrica, aun con el mejor de los carbones que nosotros hubiéramos usado en los tiempos en que se tenía carbón de importación a discreción".

Al ingeniero Delacre, en esa oportunidad, tuvimos la satisfacción de demostrarle una máquina que andaba cumpliendo ese slogan. Nos acompañó sobre la locomotora y le demostramos en determinado trecho que la máquina hacía, a carbón, la potencia necesaria para correr un rápido a Mar del Plata, por ejemplo. Para llegar a eso ha habido un proceso de intenso trabajo, proceso que no está terminado, porque nunca en ingeniería se dan por terminadas las cosas. La descripción de esos ensayos, esas pruebas, forman el objeto principal de nuestra conferencia. Terminaremos con una breve aplicación hacia la posible utilización del carbón de Río Turbio en los ferrocarriles argentinos, porque entendemos que eso, dando por sentado lo que vamos a decir como cuerpo principal de esta conferencia, eso otro podría ser el tema de una segunda conferencia, ya no de la técnica en sí, sino de la aplicación en una escala mayor.

El ferrocarril de Río Turbio, es una línea explotada por Yacimientos Carboníferos Fiscales, de 258 kilómetros, de trocha de 0,75. Conecta la mina de Río Turbio con el puerto de Río Gallegos. Sus rieles son de 17 kilos por metro, es decir apenas un poco más de un tercio del peso del riel normal. Con la ayuda de una misión técnica francesa está siendo preparada para llevar un tráfico de carbón de 1 millón de toneladas por año, además de los complementarios propios de carácter general a que da lugar la explotación carbonífera de la región.

Los trenes en servicio normal, llegan a tonelaje del orden de las 1.500 toneladas, siendo hasta ahora el record de 2.000 toneladas con 88 vagones. El ferrocarril trabaja con locomotoras a vapor, alimentadas a carbón producido por la mina de Río Turbio. La línea es bastante accidentada, siendo las rampas de 3 por mil en el sentido de los trenes cargados y del 7 por mil, en el sentido de los trenes vacíos. El carbón de Río Turbio no es un carbón coquizante, es decir que al ser sometido a un proceso de calentamiento no funde y no apelmaza sus partículas de polvo, sino que es más bien un tipo cercano al lignito, pero de ningún modo es lignito, sino que realmente es carbón. Un análisis tal como se quema es más o menos el siguiente: Humedad total, 8 a 12 %; materias volátiles de 33 a 36 %; carbonos fijos 33 a 36 %; cenizas 14 a 22 %; poder calorífico inferior del carbón en el tendón 5.000 a 5.600 calorías por kilogramo.

Se ve claramente que proveer para el tráfico que aca-

bamos de expresar, en una zona desolada en la parte más sur de la Patagonia, en esas condiciones, en un ferrocarril de trocha de 0,75, exige evidentemente una técnica ferroviaria de primera categoría. No tanto quizá en cuanto a sus realizaciones record, como estamos acostumbrados a verlas, sino que son record de la especialidad. Los trenes actualmente recorren los 258 kilómetros de línea en 9 horas de tiempo total que baja a 7 horas con pleno tonelaje cuando la ocasión lo exige. La velocidad de marcha está alrededor de 40 kilómetros por hora, limitada no precisamente por las posibilidades de tracción, sino por algunos factores que son completamente ajenos a las locomotoras en sí. Las vagones son de bogie, y su peso completo, con carga, llega a 25 toneladas; para en un futuro próximo, se proveen vagones de 44 toneladas de peso total. Las locomotoras de vapor, son del tipo 2-10-2, es decir un pony, 5 acoplados y 1 pony, de fabricación japonesa, cuyo diseño responde a las líneas clásicas americanas. Ellas han sido adaptadas para la utilización de este carbón de Río Turbio a un grado tal que es posible correr los 258 kilómetros sin parada y sin cerrar el regulador. La descripción del sistema empleado vuelve a ser el objeto de esta conferencia. Este resultado que repito, trabajar siete u ocho horas a veces con un tren vacío, con un viento en contra al sesgo, de más de 120 km. por hora, significa una realización técnica que ustedes me van a permitir decir que es de extraordinario valor.

En efecto, por primera vez en la historia de la locomotora a vapor ha sido posible realizar una tal performance con las características de un carbón como el que utilizamos citaría algo similar, por ejemplo, como los servicios que alguna vez se han hecho en Inglaterra, entre Londres y Escocia, donde también hay expresos que hacen de Londres a Edimburgo, en ocho horas, sin detenciones, empleando carbones muy seleccionados.

Se ha desarrollado el arte de la combustión al punto que es posible la limpieza de fuego aun en plena producción de vapor y aun empleando carbón con 20 % de cenizas, con bien marcadas tendencias a la formación de escorias. Es obvio que este progreso acoplado al hecho de no ser necesaria ni la limpieza de caja de humo ni de los tubos, han removido los principales obstáculos a la utilización de las locomotoras de vapor en forma intensiva tal como puede hacerse con una locomotora diesel. De hecho ha sido posible hacer trabajar en Río Turbio las máquinas de línea durante veinte horas por día, sin ninguna clase de inconvenientes, y por supuesto las maniobras, las 24 horas por día. Antes de entrar en esta especialidad vamos a hacer una relación sobre el estado presente de la técnica clásica, la que todos conocemos, en materia de combustión de carbón en las locomotoras.

Por cierto es un lugar común en que todavía hay mucho que hacer en cuanto al progreso de la combustión en las locomotoras y a diario la literatura técnica está mostrando

la ansiedad de todas las administraciones en aplicar sus esfuerzos, aun en países donde ya se ha decidido, y se ha construido, como en Inglaterra, la última locomotora a vapor. Toda la locomotora está limitada en su performance en razón de las necesidades que impone la limpieza del fuego, aun cuando se la provea de los mejores carbones. Su habilidad como máquina de producir tráfico está seriamente disminuída con respecto a su potencial técnico máximo, en razón de las siguientes limitaciones:

1º) El tiempo que una locomotora normal puede desarrollar su potencia máxima continua difícilmente supere la hora y media, o menos, de emplear carbones seleccionados y por lo tanto no los más baratos.

2º) La limpieza del fuego es imposible sin disminuir la intensidad de la evaporación y esto válido para las máquinas con parrilla móviles y generalmente debe aprovecharse o hacerse obligatoria una detención.

3º) El uso de carbones que hacen escorias no ha llegado a tal grado de perfección que haga posible servicios de primera categoría por ejemplo, trenes expresos, ya que la situación detallada al principio, se agrava considerablemente.

4º) El empleo del stoker, es decir el foguista mecánico, necesario en las máquinas grandes, usualmente significa un consumo de vapor mayor que con la alimentación a pala. Para contrarrestar esto los ferrocarriles que emplean locomotoras con stoker utilizan carbones cuidadosamente calibrados en su granulometría.

5º) El uso de carbones que tienen más del 7 % de cenizas se hace cada vez más difícil y cuando ello ocurre, como en la India, se hace al precio de frecuentes detenciones y limpiezas que implican pérdidas de combustible no quemado que cae a leñicero en cantidades incontroladas, generalmente del orden del 20 % de la energía calorífica que se introduce en el hogar.

6º) Muchas locomotoras existentes, aun aquellas de las cuales todavía puede esperarse una renta de vida útil, han sido diseñadas para utilizar carbones seleccionados y sus parrillas, a la luz de la técnica moderna, aun en caso de carbones seleccionados, son reducidas. Por ello exigen carbones con apropiadas cualidades de aglutinantes y granulometría, generalmente superior a los 50 mm. En consecuencia es evidente que la locomotora de vapor clásica no puede, en un mayor o menor grado, tener la capacidad de tráfico expresada, en toneladas kilómetros por año, que pueda hacer una diesel de similar potencia en el gancho y si bien consideraciones de costo inicial, de reparaciones o financieras pueden, en algunos casos, compensar estas desventajas, es evidente que si fuera posible remover las limitaciones antedichas, totalmente o al menos parcialmente, los límites dentro de los cuales la utilización de locomotoras a vapor es conveniente, se verían considerablemente ensanchados, lo que puede ser precisamente, en el caso de la República Argentina o el de aquellos países que cuenten con importantes reservas de carbón cuya composición los excluye del empleo de otros usos industriales.

Es natural que una definición de lo que se busca como perfección debe ser hecha antes de expresar cualquier esfuerzo para progresar en cualquier terreno de la técnica. En el pasado esta línea de pensamiento no ha sido siempre claramente definida el progreso ha sido más bien el resul-

Calefones



LA LINEA MAS COMPLETA EN CALEFONES



PARA USO DE GAS MEZCLADO. ENVASADO. NATURAL Y KEROSENE

30 29 18

tado de avances parciales. Los ingenieros responsables del diseño de locomotoras, estaban satisfechos de las soluciones que entonces tenían un nivel adecuado de perfección y aceptaron las limitaciones antedichas como una cosa natural e inherente a la locomotora de vapor. Si se tenía que utilizar un carbón malo (en la técnica después vamos a aclarar que no existen carbones malos), se aceptaba naturalmente una reducción de rendimiento y una disminución de la potencia de la caldera o de la máquina; estos eran los días pre-diesel. Cuando aparecieron estas locomotoras, los ingenieros de las locomotoras de vapor empezaron a ver con más claridad qué es lo que debe ser una locomotora, porque la capacidad de mover vagones de recién llegado alcanzaba valores y características que antes entonces nadie había propuesto exigir a las locomotoras a vapor entonces en uso. Hubo progresos, especialmente en Estados Unidos, pero siempre con la sensación de que nunca podría llegarse a algo análogo con las locomotoras de vapor conservando su anterior simplicidad operativa y constructiva y por supuesto empleando siempre carbones seleccionados.

Es cierto que la técnica de las calderas fijas permitía quemar con eficiencia cualquier combustible, pero se daba por sentado que nada semejante era posible con la locomotora clásica teniendo presente serias limitaciones que imponen el espacio, el galibo, el peso y su condición de móvil. En un intento de definición del estado actual de las ideas una locomotora de vapor ortodoxa debiera tener un generador que satisficiera las siguientes desideratas:

• CINCO REQUISITOS

1º) La caldera debiera ser capaz de trabajar sin mayor o menor modificación con cualquier clase de carbón con similar eficiencia y capacidad de evaporización. Condiciones particulares, por ejemplo, que pueden darse en nuestro país, harían incluso interesante que el petróleo o leña fuera posible de quemarse simultánea o sucesivamente a voluntad. Incluso similar eficiencia debiera obtenerse con carbones finos y no coquizantes y aun con lignito. La capacidad de vaporización debiera ser aún adecuada con los carbones que corrientemente se los clasifica como inferiores, al menos desde el punto de vista de su utilización en locomotoras normales actuales.

Aclaro que estas desideratas se refieren a una condición térmica general, no particularmente relativa al carbón de Río Turbio.

2º) El generador de vapor de la locomotora debe obtener una buena y elevada vaporización sin un consumo exagerado de energía para producir su tiraje, es decir la contrapresión al escape.

3º) Debe asegurarse una operación continua en cualquier circunstancia hasta el lugar o la estación en que el tráfico requiera una detención. La ceniza no debiera crear problemas en ningún momento aun si esa operación continua debe hacerse a pleno régimen; si es posible no debiera haber limpieza de tubos, ni caja de humo ni de cenicero. La descarga de cenicero tendría que ser continua o las cosas dispuestas de tal modo que su vaciado pueda ser hecho en los puntos en que el tráfico prevea una detención, es decir que en cualquier caso las paradas obligatorias por servicio de máquina, quedarían excluidas de un planteo perfeccionado. La molestia debida al humo y las carbonillas evacuadas por las chimeneas, debieran ser mínimas; el humo no debiera pasar nunca del 10 % Ringelmann.

4º) La sultura en la operación en el manejo debieran ser características sobresalientes y se considera muy impor-

ante que la caldera llene satisfactoriamente esta demanda sin un especial esfuerzo del foguista ni del maquinista, quienes deben ser capaces de manejar su máquina, manteniendo en cualquier circunstancia la presión máxima sin esfuerzo físico ni nervioso.

La conducción debiera descansar sobre movimientos y altos reflejos sin mayor esfuerzo intelectual. La tarea física del foguista debe ser reducida a un mínimo, de manera tal que la mayor parte de la energía del hombre quede disponible para ser aplicada para obtener el máximo rendimiento de la máquina. La ley del mínimo esfuerzo humano debe acoplarse con la ley del máximo rendimiento de la máquina, de forma que las operaciones resultantes de la natural tendencia humana a hacer lo menos posible coincidan con las necesarias para obtener el mayor rendimiento de la máquina y en consecuencia el mayor rendimiento social de los hombres a cuya responsabilidad se confía estas herramientas de trabajo. Las condiciones climáticas no debieran ser olvidadas en forma de adoptarse todas las medidas que puedan favorecer al personal de conducción evitando que la lucha contra los agentes atmosféricos consuman energías que de otro modo podrían dedicarse a la producción y a un mayor rendimiento.

5º) La operación de los inyectores y bombas de agua debe ser de absoluta confianza y de extrema agilidad; en uno o dos segundos debe ser posible ponerlos en marcha, de modo que de ser posible regular la presión máxima de la caldera con la alimentación y a su vez llevar con toda confianza y sin ninguna clase de ansiedades un nivel mínimo de agua en la caldera (lo más bajo posible) que hace al arte del buen maquinista.

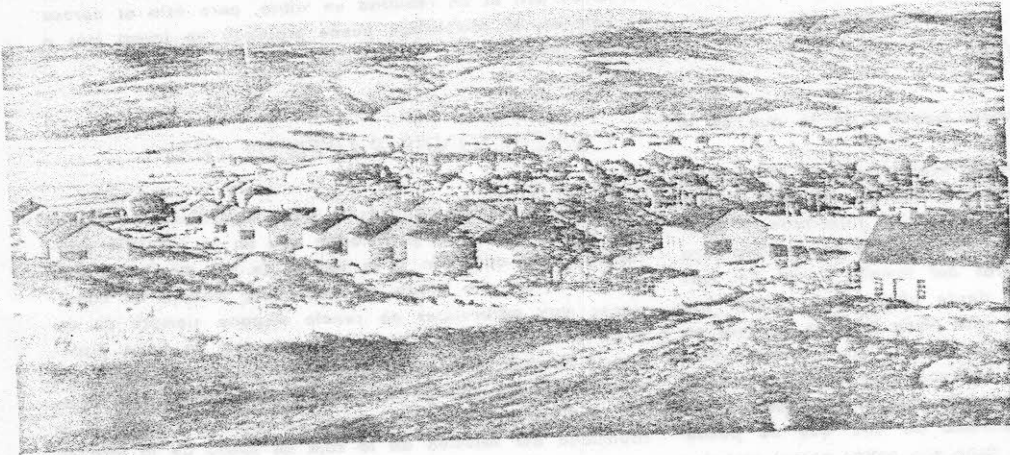
Pasamos ahora a describir objetivamente lo que hemos hecho tratando de satisfacer estas predichas condiciones: que llenarian la caldera ideal de una locomotora ortodoxa.

El que os habla ha buscado durante muchos años la forma de satisfacer los difíciles requerimientos anteriormente expuestos y por supuesto con una permanente insatisfacción a pesar de los progresos que costosamente se hicieron de tanto en tanto, insatisfacción que aún hoy perdura.

Históricamente, la práctica mostraba que en ciertas máquinas del Ferrocarril Central Argentino, que utilizaban buen carbón Cardiff, si se quería mantener una eficiente evaporización a fuerte régimen de marcha era necesario llevar un fuego alto, pasado, espeso; también era necesario llevar permanentemente abierta la puerta del hogar, de lo contrario se presentaba una fuerte producción de humo y lo que era peor, el fuego era seriamente desarreglado por la intensidad del tiraje, ya que la totalidad del aire pasaba por la grilla, al estar la puerta cerrada, resultando, a la postre, una falta de presión. Es decir que al llevar la puerta cerrada la totalidad del aire tenía que pasar por la parrilla y en consecuencia la intensidad del tiraje era tan violenta que el fuego se desarreglaba, se desarticulaba. Pronto se aprendió que era necesario abrir la puerta del hogar justo, y no más de esto, para todavía dejar un rastro continuo de humo en la chimenea de la máquina en forma similar al que dan las locomotoras a petróleo, contrariando la vieja regla de que de la chimenea debiera salir humo al echarse cada palada.

• OTRA EXPERIENCIA

La experiencia también mostró que haciendo el fuego en esa forma la aguja del manómetro tenía pocas oscilaciones con el inyector trabajando permanentemente, es decir por oposición a la forma clásica de operar en que el foguista echa carbón cuando ve la aguja del manómetro bajar, y entonces al echar carbón, el desprendimiento instantáneo de



Vista panorámica parcial de la población de Río Turbio.

materias volátiles hace subir la presión. Por oposición a eso, con este sistema que estoy describiendo, se tenía una presión más fija. Las condiciones de la guerra, con su secuela de falta de mantenimiento adecuado, permitieron apreciar más acentuadamente las diferencias entre el método descrito y el método clásico de hacer un fuego fino, es decir, de reducir altura en la parte de adelante del hogar, con los rincones traseros cargados, cerrando la puerta del hogar, luego de cada carga de carbón. Es decir que las condiciones de guerra, que han resentido el mantenimiento, han permitido servicios de locomotoras cuya capacidad de evaporización no estaba completamente a punto y permitía apreciar claramente la diferencia. Eso era la experiencia.

Más tarde la teoría mostró, que lo que en realidad estaba pasando, era que la combustión se manejaba como un fuego de gasógeno de aire, ya que con una altura de espesor de capa de combustible de 6 a 8 diámetros de partícula, se podría producir ya un gas de aire, es decir con volátiles y óxido de carbono en regular cantidad que era quemado por el aire secundario que llegaba al espacio de combustión a través de los agujeros del fuego o bien a través de la puerta del hogar o a través de las perforaciones de los virotillos. Pero en el caso del aire secundario (llamamos aire secundario al que no entra en combinación química con el lecho de carbón, es decir que pasa por encima del lecho) que pasaba a través de los agujeros del fuego; una importante proporción de su energía de turbulencia no era aprovechada para la combustión, simplemente por perderse en rozamientos y remolinos inútiles en la parrilla misma; de ahí la novedad del fuego pesado, que asegura una perfecta gasificación, es decir, sin ninguna clase de agujeros. También la práctica mostraba que una buena vaporización, coincidentemente con lo que indica la teoría, era debida al hecho de que las pérdidas de carbonilla arrastradas a la caja de humo, eran menos importantes que de cualquier otra manera de llevar el fuego.

• CONFIRMADO EN FRANCIA

Esto fue confirmado en Francia en el año 1952, al aplicar el referido método de combustión, es decir, el de gas de aire, fuego pesado, la puerta abierta, etc., a una máquina tipo 150 P de los ferrocarriles franceses, en contraste con la operación clásica. La observación de la caja de humo, al final del viaje, mostró una cantidad de carbonillas en caja de humo, que eran en volumen la cantidad habitual para el kilometraje que había hecho la máquina, pese a que el tonelaje del tren era mayor y que el maquinista había esforzado más la locomotora, pero la granulometría de las carbonillas que estaban depositadas en la caja de humo, era mucho menor.

Sin embargo, este método de conducción de fuego presentaba las desventajas de que las molestias debidas a la escorificación se agravaban, ya que las condiciones reductoras propias de un gasógeno de aire tienden a bajar el punto de fusión de las cenizas. Un examen de la literatura técnica, particularmente de origen inglés, mostró interesantes posibilidades de remediar estos inconvenientes mediante la edición de vapor de agua, al aire que entraba para la combustión por el cenicero y que en la locomotora afortunadamente se dispone de grandes cantidades en forma de vapor de escape. La teoría y más tarde la experiencia, mostró que una altura de lecho de fuego de sólo 6 a 10 diámetro de partículas, es decir que si se quema carbón de 1 pulgada, digamos 1 a 10 pulgadas de espesor de fuego, eran suficientes para producir una gasificación adecuada, lo cual era satisfactorio, ya que no interesaba el rendimiento frío del lecho de combustible, como un gasógeno habitual, sino el rendimiento caliente, puesto que el valor sensible de los gases emergentes en todos los casos sería aprovechable por la superficie de calefacción de la caldera. El vapor con su reacción endotérmica, hacía prever posibilidades interesantes en orden al control de

las escorias ya que sería posible disminuir la temperatura del lecho de fuego por debajo de punto de fusión de las cenizas, actuando ahora la parrilla, sólo como un simple contenedor del carbón y no como el lugar en el cual se desarrolla la parte más importante de la liberación de energía, como en el caso de la combustión clásica. Por el contrario, 70 % de ésta debía ser liberada en la cámara de combustión en su fase gaseosa.

• LA GASIFICACION

Voy a hacer una pequeña memoria de lo que es la gasificación.

(Mientras realiza esquemas explicativos en el pizarrón [fig. 1] dice): Esencialmente, si nosotros tenemos un hogar constituido por paredes de ladrillo refractario y tenemos una parrilla, si hacemos una capa de combustible cuya altura sea 6 a 10 diámetros del tamaño inicial del carbón, cuando basa el aire desde abajo hacia arriba por la acción del tiraje, si este aire viene puro se produce en la parte superior un gas que contiene las materias volátiles del carbón y además contiene una fuerte proporción de óxido de carbono. La única manera de quemarlo, es sólo por medio de una entrada de aire que no puede provenir de abajo sino que tiene que entrar por el costado, o de lo contrario evitar la producción de este gas, para lo cual la altura de la capa de carbón tiene que ser sumamente reducida, haciendo un fuego sumamente fino. Esto lo demostraron los experimentos de H. Kreisinger en 1917, trabajo muy importante que en esa época no fue realmente comprendido.

• LA COMBUSTION

Es inútil creer tener una buena combustión con un tiraje mayor; dado que las reacciones propias de la combustión van a estar dominadas por la cinética de la reacción particular a la fase gaseosa, digamos por la parte terodinámica del fenómeno, la composición de estos gases que salen por la puerta superior del lecho del fuego no varían en función del régimen, cualquiera sea el tiraje que nosotros tengamos. No queda otro recurso que: o bien trabajar con una capa de carbón muy fina o de lo contrario agujerearlo con claros de 2 pulgadas o una tercera forma que es la inyección de aire secundario. La situación es tal que, si hacemos un gráfico de temperaturas en función de la altura, tenemos un pico que llega más o menos a los 1.600°C y que por supuesto sobrepasa las propiedades de refractoriedad en la mayor parte de los carbones conocidos, es decir que tendremos una fusión de las cenizas en esta zona, a unas 4 pulgadas (10 cm.) sobre el nivel de la parrilla. Esta fusión de las cenizas a esta altura hace que las mismas se aglomeren; al aglomerarse impiden el pasaje de aire, y entonces tenemos la formación de escoria que ustedes ven acá (muestra un pedazo de escoria). Esto es el resultado de un ensayo que hemos hecho con carbón normal. Este es un pedazo, ya que el conglomerado total no pudimos sacarlo del hogar, ya que en realidad la plancha de escoria es dura y sólo puede ser sacada a mano con un esfuerzo bastante penoso.

Si nosotros, y esta es la teoría del gasógeno, añadimos vapor de agua acá (fig. 2), ocurre que el vapor de agua produce reacciones de carácter endotérmico porque el carbón incandescente descompone la molécula en hidrógeno y oxígeno y entonces estas reacciones de carácter endotérmico bajan la temperatura del lecho de combustible, digamos

a unos 800 grados centígrados. Está por debajo del punto de fusión de las cenizas de la mayoría de los combustibles y en consecuencia, las cenizas no funden y así no fundir no ocasionan escorias, que es la que ustedes ven aquí (muestra cenizas que provienen de la combustión a la gasógena). Esta es la situación. Hay una evidente diferencia y es que esta escoria (de la combustión normal) no permite pasar el aire, porque forma como una plancha, digamos así; es en realidad un vidrio, pero ésta es porosa y entonces la combustión puede proseguir en forma más o menos indefinida.

• CONDICIONES PARTICULARES

(Termina con los gráficos y sigue exponiendo.) Entonces, la técnica de la gasificación que en la industria estacionaria, por oposición a la técnica de los móviles, ha sido llevada a un alto grado de perfección, trabaja en condiciones muy particulares en cuanto dispone siempre de espacio y de peso, cosa que la locomotora no tiene disponible. Además, si bien es cierto que por la inyección del vapor de agua podíamos controlar la escorificación, quedaban algunas dudas muy serias, porque no se sabía si la capacidad del volumen de la caja de fuego de la locomotora normal era capaz de quemar enormes cantidades de óxido de carbono e hidrógeno y materia volátil ahora intencionalmente producidas. No existían tampoco datos de cómo un fuego a la gasógena respondería rápidamente a los cambios de régimen que exige el tráfico a la locomotora ni tampoco si la misma altura de fuego sería conveniente para un fuerte o débil régimen de marcha. Nada tampoco era posible predecir con respecto a la técnica de la conducción del fuego en sí y tampoco si la natural estabilidad de la producción de vapor de la máquina para todos los regímenes en función de la demanda de los cilindros podría ser asegurada con el eficiente rendimiento del sistema simple del tiraje que inventara Jorge Stephenson. Por fortuna, algunos años atrás habíamos desarrollado un poderoso elemento para sobreponerse a estas cuestiones; un escape de alto rendimiento, el Kylpor, derivado del Kylehop, ha sido perfeccionado dando la posibilidad de desarrollar un fuerte tiraje necesario para producir la gran turbulencia en la cámara de combustión, con un consumo mínimo de energía como contra presión de escape. Es decir que la combustión en la fase gaseosa, que como se sabe es un problema de mezcla, implica una eficiente distribución del aire secundario sobre toda la extensión de la parrilla y a su vez una gran intensidad de los remolinos.

• REACCIONES ENDOTERMICAS

Es decir que la introducirse el vapor de agua por la parte inferior de la cámara, había en el lecho del fuego una serie de reacciones endotérmicas que naturalmente bajaban el rendimiento del lecho de fuego como tal, pero tenía que recuperarse con una introducción del aire por encima del lecho del fuego, es decir quemar gas producido. Quemar el gas producido en la capa de carbón, es decir, prácticamente liberar el 70 % de la energía calorífica en la cámara de combustión, que como se sabe en una locomotora es siempre muy chica, exigía un tiraje muy violento para asegurar una fuerte turbulencia, y una completa combustión en el décimo de segundo en que tienen que realizarse estas reacciones químicas y quedar completamente terminadas.

El sistema de combustión a la gasógena fue desarrollado a lo largo de las líneas que acabo de expresar. Lo voy a describir más detalladamente (fig. 3). Tengamos en el hogar de una locomotora normal, el marco fundamental, los tubos, las grillas, la puerta del hogar, el altar, ladrillos refractarios, que es la combustión de la gasógena? Por una parte el hecho de fuego uniforme de una altura de más de diez diámetros de partícula, que generalmente suele tener un lecho de fuego de 40 cm. de altura.

El aire que entra por el cenicero está impregnado con vapor de escape, equivalente a 3 por ciento aproximadamente vapor de la caldera, en el caso de carbón de Río Turbio que entra por un tubo de perforaciones colocado en el cenicero. El aire espirado entonces está saturado de vapor más o menos a una temperatura de 60 a 70 grados.

La cantidad enorme de gases que se produce al abandonar este aire el lecho de fuego, incluyendo óxido de carbono, hidrógenos, un poco de anhídrido carbónico, otro poco de vapor de agua, debe ser quemado. ¿Cómo será quemado? Un poco por una cantidad de aire que hacemos entrar por medio de agujeros colocados en las paredes laterales y debajo de la bóveda reemplazando virotillos, es decir, por simples tubos soldados entre las dos paredes, entra el aire aspirado por el escape. Entra también aire para quemar el gas por la puerta del hogar además de los agujeros laterales y, finalmente, la combustión se completa en el resto de la cámara del hogar. Para lograr una eficiente combustión de este gas hace falta una fuerte turbulencia para lo cual hace falta tener en el hogar un tiraje sumamente elevado.

El vapor que tiene que entrar al cenicero lo traemos de cualquier parte del escape de la locomotora y en parte también los utilizados para el que se usa para el inyector del freno al vacío, o el escape del moto-compresor del freno Westinghouse.

El sistema de combustión fue desarrollado a lo largo de las líneas que acabo de exponer. La entrada de aire secundario se realiza por los tubos laterales al hogar y por la puerta del mismo, esta última regulable. El escape Kylpor provee una energética turbulencia necesaria para quemar el gas con una intensidad que fácilmente es de 10 a 50 veces mayor de la que se da en el caso de una caldera fija y ello aprovechando, en el caso del escape Kylpor, la energía de otro modo perdida en el cilindro en forma de expansión incompleta.

Se ha desarrollado también una teoría para manejar estos fenómenos, el éxito coronó toda la expectativa con una evidente sensación de que la llave era el escape de la locomotora, es decir, un fuerte tiraje. La primera locomotora así adaptada en Río Turbio pronto mostró un sustancial aumento de potencia, un bajo consumo de carbón y ausencia de dificultades imputables a las escorias. Muy poco trabajo fue necesario, como puesta a punto de todo el sistema, lo que indicaba que la teoría que sirviera para el dimensionamiento, teoría que es de un carácter sumamente complicado, era con toda probabilidad acertada. Los maquinistas y foguistas estaban contentos porque nada parecido había sido visto hasta entonces. No había que usar los ganchos; la carga del hogar se realizaba con la puerta del hogar permanentemente abierta y las parrillas móviles eran ahora fácilmente accionadas por el esfuerzo manual. Verdaderamente se tenía la sensación de que un serio progreso se había alcanzado en el arte de quemar carbón. En efecto, el otro problema que tiene la locomotora es el de la evacuación de las cenizas si tenemos una parrilla normal, terminan las cenizas por tener una altura considerable; eso hace que se elijan carbones de bajo porcentaje de ceniza o de lo contrario, y puede ser interesante por razones económicas, si se quiere quemar carbones de mayor porcentaje de cenizas, se ponen

parrillas móviles, en forma de periciana, que giren y que permitan una evacuación de cenizas.

Ahora hay que tener presente que, en las parrillas móviles, si la ceniza producida tiene el carácter pulverulento que se acá (muestra ceniza de la combustión a la gasógena) es fácilmente evacuada por la parrilla móvil. Si la ceniza tiene esta formación de escorias en forma de grandes masas, evidentemente la parrilla móvil no la puede digerir, aun cuando sus aberturas sean grandes. El foguista tiene que romper la escoria con el gancho, lo que es un trabajo sumamente penoso. El maquinista tiene que cerrar el regulador, tiene que parar el tren o aprovechar una pendiente, es decir, que no tenemos en ese caso, aun con la parrilla móvil, esa sensación de soltura que nos da una locomotora diesel o una locomotora eléctrica, que siempre puede andar a pleno régimen, a plena potencia. Los ensayos oficiales realizados por una comisión, la cual estaba constituida por el ingeniero Agrest, socio de este Centro; el ingeniero Calvino Giaccaglia, de EFEA; el ingeniero Ferronato, del Ministerio de Transporte de la Nación; y el ingeniero José Salas, de Agua y Energía Eléctrica, arrojaron ensayos y cifras de potencia y consumo sumamente favorables. El consumo de carbón húmedo se registró en la cifra de 132,2 kg/1.000 tkm para tren completo. Estas cifras, si las referimos a una base normal de comparación de 7.500 cal/K, arrojan un valor todavía más bajo, de 9,6 kg/1.000 t.Km los cuales, ferroviariamente hablando, es sumamente bajo.

• 18 % DE CENIZAS

Esto se obtuvo con un carbón que tenía, tal como se quemaba, 18 por ciento de cenizas. Si se refiere las cifras al hecho de que el perfil de la vía dista de ser uniforme y al que la resistencia específica del material de trocha de 0,75 es mayor que el de la trocha normal, pueden ser, sin ninguna clase de dudas, consideradas cifras récord.

La comisión constató una marcha a regulador abierto de 7 horas sin limpieza de tubos, ni caja de fuego ni caja de humo y el fuego indefinidamente libre de escorias, lo que habla de por sí del valor del sistema, en orden al uso intenso de las máquinas.

Se había producido un sistema por el cual la máquina podría producir vapor en forma indefinida, sin detención, sin disminución de evaporización y utilizando un carbón que, para la técnica clásica sería un carbón de características ciertamente no brillante y no de primera categoría.

Quisiera aclarar una cosa muy importante: la noción de categoría o calidad de carbón ha variado considerablemente, modernamente, por el hecho de que la calidad de carbón es necesario referirla al uso y al equipo que se le va a emplear.

A partir de los ensayos de entonces, en octubre del año 1959, se continuó todavía trabajando; la puerta del hogar del tipo mariposa fue sustituida por una puerta de guillotina vertical, de cantos filosos, en forma de aprovechar la contracción de la vena, haciendo que la sección real de la entrada de aire fuera menor que la geométrica estrictamente necesaria para la alimentación a pala. La puerta tiene 28 centímetros de ancho y normalmente con 12 a 15 centímetros de altura. Se puede con ella efectuar fuego con toda comodidad, incluso alimentando los rincones. Las entradas de aire laterales fueron complementadas con pantallas deflectoras interiores al hogar, en forma de hacer que la corriente de aire fuera dirigida al ras del lecho del fuego y hacia adelante y debajo de la bóveda. Algunos tirantes de las esquinas traseras del cielo del hogar también se están substituyendo por tubos de entrada de aire, en forma de producir una corriente descendente que tienda a volver al lecho del fuego las partículas de coque arrastradas por el tiraje.

• FUERTE TIRAJE

Cuando la locomotora trabaja en forma intensa todos sabemos que el fuerte tiraje arranca una gran cantidad de partículas de carbón, incluso en el límite de vaporización, posiblemente la mitad del carbón escapa sin quemar por la chimenea de una locomotora clásica en estas condiciones de pleno régimen. Ahora se plantea un problema serio, válido para todas las locomotoras, que consiste en tratar de obtener una separación centrífuga de todas las partículas de carbón en esas condiciones. Tenemos un campo de corriente, un campo centrífugo que tiende a desviar la partícula y arrinconarla hacia la parte de atrás.

En una máquina que entrará en servicio estos días, sustituimos tirantes de hogar en la parte trasera por tubos, de manera de crear una corriente descendente en esta parte trasera del hogar, de modo de hacer un remolino en ese sentido para que las partículas vuelvan otra vez debajo bóveda.

• CARBONES PULVERULENTOS

Esto tiene particular importancia para el caso de los carbones pulverulentos y si se consigue solucionar esto, que sería el hogar ciclónico, se habrá hecho un progreso también importante en la técnica de las locomotoras.

Los ensayos de octubre del año pasado fueron hechos con carbón de Río Turbio lavado, de granulometría seleccionada para el uso del ferrocarril. Sin embargo, en la actualidad, el servicio se hace con carbón fino, sin ninguna dificultad, en tamaño de 0 a 20 milímetros y en los ensayos hechos en servicio no se han encontrado diferencias significativas de rendimiento, excepto cuando las condiciones exigen una plena potencia continua de la máquina, por ese fenómeno de arrastre de carbonilla de que hablo. Algunos trenes, incluso, han sido hechos con carbón no lavado con carbón no lavado con excelente resultado. También se han hecho ensayos con carbón con 26 por ciento de cenizas, que en nuestro caso, para el ferrocarril Río Turbio, tiene un interés particular con la finalidad de llegar a utilizar carbones con 35 por ciento de cenizas que no son comerciables y que están comprendidos entre los carbones lavados y el estéril. Estos ensayos con el 26 por ciento de cenizas todavía mostraban la habilidad de la máquina adaptada la combustión a la gasógena para pasar una rampa de 10 km. al 3 por mil, con un tren de 1.457 toneladas a una velocidad media de 37,5 km por hora. Una particular atención se dirige actualmente a perfeccionar la forma de la pala para hacer el mínimo trabajo del foguista, al par que se han iniciado algunos estudios de tiempo para Taylorizar su trabajo. También se ha encontrado una seria mejora en el envío del vapor del inyector de freno al cenicero, en forma de evitar una rápida producción de escoria que a veces se hacía a regulador cerrado a influencia de soplador y que actualmente se está estudiando para extender su aplicación, a las locomotoras de freno de aire comprimido.

Todas estas mejoras se han traducido en la posibilidad de quemar el combustible con un exceso de aire sumamente bajo: 20 por ciento y absolutamente sin ninguna proporción de humo ni trazas de óxido de carbono.

Las locomotoras de Río Turbio están provistas de stoker pero en ninguna de las pruebas ha sido empleado, en forma tal de hacer válidos los resultados para futuras aplicaciones máquinas no provistas de él. Se ha comprobado en la práctica, que el consumo de combustibles, empleando el stoker es mayor que con pala, a causa de la dispersión de carbón fino que produce los chorros de alimentación, y es por ello que se trata de sustituirlo por medio mecánicos. Además

Fenómenos de la combustión

el consumo adicional de los chorros de distribución del motor del stoker van contra el rendimiento de la caldera.

Entretanto se ha desarrollado una técnica mixta de combustión en forma tal que la parte trasera de la parrilla es alimentada por el stoker sin el uso de los chorros distribuidores.

En la práctica, el fuego de la máquina a la gasógena, se lleva muy pesada, de espesor uniforme, con un color rojo sombra, digamos no pasando los 800 o 900 grados de superficie y, digamos, con una alimentación "pesada" en el sentido clásico. La única preocupación del foguista consiste en que no tiene que dejarlo clarear, ni tiene que dejarlo disminuir de altura, justamente para mantener una altura mínima de 8 a 10 diámetros de partícula que habíamos hablado.

Como habíamos dicho antes, se ha desarrollado una teoría que permite manejar cuantitativamente los fenómenos de la combustión en la parte gaseosa y que posibilita trasladar los resultados experimentales obtenidos en ciertas condiciones a otras que pueden ser muy diferentes. Las reacciones que se producen dentro del lecho del fuego, en el orden a la gasificación del carbón, son demasiado conocidas para que las detallemos, pero hay algunos comentarios que merecen la atención.

La combustión de las locomotoras se produce a tal velocidad que las condiciones y leyes de la dinámica de fluidos son las que rigen al fenómeno; las reacciones químicas se producen a lo largo de un recorrido, es decir, a lo largo de una altura, que ya no se mide en centímetros solamente, sino tomando el diámetro de partícula como unidad de longitud. Quince diámetros de partículas es una altura más que suficiente para dar un gas adecuado a lo que pretendemos en este caso, que no es lo mismo que en el caso de un gasógeno. Recordemos que hemos dicho que nos interesa el rendimiento caliente del lecho del fuego, y no del rendimiento frío, y ya que el tiraje de la caja de fuego no está determinado por la necesidad de hacer pasar la totalidad del aire a través del lecho de coque, como sucede en la combustión normal, sino por la necesidad de producir la turbulencia necesaria para quemar el gas en un espacio sumamente reducido y en un tiempo sumamente corto, no es, en consecuencia, importante saber qué proporción del tiraje se consume en el lecho y de hecho generalmente hay que suplementarle su resistencia hidráulica, sea con registro de cenicero cerrándolo al mínimo estrictamente necesario para una adecuada producción de vapor, sea aumentando el espesor del lecho de combustibles, sea aprovechando estas circunstancias para quemar combustible de grano muy fino y poco permeable.

• EN TREN DE PROGRESO

Se lamenta que la teoría de la combustión no esté aún perfeccionada a tal punto como para ser presentada aquí con posibilidades de éxito en cuanto a resistir las críticas de los especialistas. Es decir: quiero que se me permita exponer el estado actual de los conocimientos y no quizá afirmaciones definidas y dogmáticas; estamos en franco tren de progreso.

Además, para probar la validez de la teoría hace falta todavía terminar un plan de ensayo que actualmente se tiene en mano; por otra parte, la misma es tan complicada que

sale fuera de los límites de esta comprensión, porque es una derivación de la teoría de la combustión a petróleo.

No obstante, escribiré la fórmula final que permite exponer los fenómenos en forma cuantitativa particularmente con el consumo de la energía necesaria para producir la turbulencia del hogar; y esta fórmula vamos a exponer en su estado actual de desarrollo, a fin de dar, al menos, una idea de los factores que entran en juego.

Si nosotros, para un régimen dado a una locomotora, que fuese el máximo u otro cualquiera, expresamos por Δ'_p

$$\Delta'_p = \Delta_{ph} 0,058 \frac{(BK)^2 \Omega^2}{Vx/3K^2 \xi^2} \cdot \frac{\lambda}{(\lambda-1+\epsilon i)} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{n^2}} \cdot S$$

Δ'_p mm. H₂O Tiraje en la caja de fuego medido en la placa tubular.
 Δ_{ph} " Tiraje de la caja de fuego consumido en el haz tubular.
 Ω m² Sección de paso de gas a través del haz tubular.

$\lambda = \frac{21}{21-0_2}$ Coeficiente de exceso de aire.
 Fracción de la cantidad mínima de aire que entra como aire secundario al hogar, generalmente tomado igual a 0,60.

h Número de grupos de entradas de aire secundario.

S = 1,10 Un factor multiplicador de las diferencias de presión que incide a las corrientes de aire secundario dentro del hogar y calculada sobre la base de un flujo uniforme para tener en cuenta la irregularidad del tiraje que produce el escape de la máquina alternativa.

S_h = 1,23 Un factor multiplicador para calcular la pérdida de carga a través del haz tubular.

K Coeficiente de calidad del hogar.

ε Factor que tiene en cuenta que aproximadamente el 3 % de la cantidad de vapor producida es enviada al cenicero y en consecuencia a través del haz tubular.

V m³ Volumen del hogar por encima de la parrilla.

K Factor que define la bondad de la combustión en relación al exceso de aire.

Como ustedes ven, esto permite realizar ensayos en una locomotora, con un determinado volumen del hogar, con una determinada sección de pasaje de gas, etc., y extrapolar para otros tipos de locomotoras y ver en cuanto cuantitativamente juegan los factores que definen la energía necesaria para producir la combustión en la parte gaseosa.

9 COMPLICADA TEORIA

Quiero aclarar una vez más, que esta fórmula es el resultado de una larga y muy complicada teoría que la presente en el estado actual de su desarrollo y también quiero aclarar que la máquina parece que la sabe, es decir, si el manómetro mantiene la presión, es porque debe estar bastante cerca de la realidad.

En cuanto a la teoría relativa al aparato del escape, el aparato kylpor, ha sido expuesta en otro lugar en los anales del Congreso Panamericano de Ferrocarriles y cualquiera de ustedes puede referirse a ello en cualquier momento.

Tengo aquí los planos de un ejemplo de lo que se va a hacer, o de lo que se está haciendo ya, sobre una locomotora del Ferrocarril Belgrano y que gustosamente pongo a consulta de los que quieran interesarse. Voy a hacer someramente una lista, una revisión de los trabajos que se van a incorporar a esta locomotora para que tengan una idea de lo que exige, cuál es el volumen de tareas que exige una transformación, una adaptación. Se ha tomado una máquina del ex Ferrocarril Santa Fe, de la serie 12^a que, digamos, dentro del concierto de las máquinas del país, es chica: pesa 48 toneladas (la máquina solamente).

Las parrillas que se han provisto eran del tipo oscilante, que van a permitir en servicio, con su movimiento, evacuar las cenizas producidas. Las cenizas son las que ustedes ven aquí (muestra cenizas de carbón de Río Turbio).

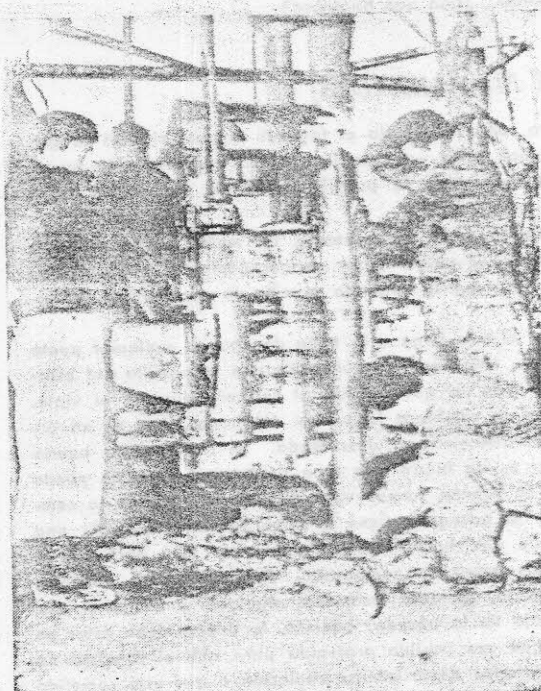
La parrilla, digamos que es una tabla, más o menos de una pulgada de grueso, que tiene apoyo sobre un eje cuadrado, con unos nervios. Esto puede girar hasta 45 grados.

Esta tabla tiene perforaciones cuyo diámetro es de aproximadamente media pulgada.

La sección media del pasaje de aire con respecto al total, no pasa de 10 a 12 por ciento.

¿Por qué se ha adoptado un valor tan bajo, dirán ustedes, cuando las parrillas normales son de 40 ó 45 por ciento?

Es muy importante. Primero, porque tenemos tiraje suficiente con un buen rendimiento para hacer pasar el aire a través de una pequeña sección libre de pasaje. En segundo lugar, que cuando tenemos 10 a 11 por ciento de sección libre, si el fuego se agujerea, sea por descuido del foguista



Labores de exploración en la zona del Yacimiento de Río Turbio. Mediante máquinas perforadoras son obtenidas muestras del mineral para su análisis, al mismo tiempo que se va estableciendo concretamente el potencial de la cuenca.

o porque las circunstancias así lo producen, siempre el pasaje de aire por ese hueco estará controlado por el bajo porcentaje de sección libre. Y tercero, que es la mejor manera de asegurar la conservación de la parrilla. Porque si tenemos un agujero acá y el otro más apartado, desde luego cónico para que caigan y no se atraganten las partículas de cenizas en él, evidentemente la combustión se realizará en esta zona por encima del agujero, pero quedará un hueco muerto, pero este hueco lleno de cenizas o de carbón impide una radiación del lecho de fuego hacia la parrilla, la cual se mantiene fría porque la combustión está localizada encima, a unos 5 ó 10 centímetros. De esta forma, las parrillas van a durar, a base de las experiencias, posiblemente más de medio millón de kilómetros. El plano de la parrilla en el caso de estas locomotoras por dificultades propias de la construcción, ha sido previsto por debajo del marco fundamental, es decir, si nosotros hacemos un corte del hogar, normalmente las parrillas se disponen por encima del marco para dar lugar a depósitos de barros.

• UNA COSA IMPORTANTE

En este caso hemos puesto debajo para aumentar el volumen de la combustión, pero con una grilla ciega que se llena de cenizas y que defiende al marco del calentamiento local. El cenicero, y esto es una cosa importante, presenta en los ferrocarriles nacionales un problema que no se presenta en la Patagonia, donde podemos mover el fuego y hacer caer brasas a las vías.

En los ferrocarriles nacionales no se puede hacer porque provocaría incendios en los campos. Entonces hemos previsto la siguiente construcción:

En el fondo del cenicero se dispone una parrilla igual a la anterior. ¿Con qué finalidad?

• LAS FINALIDADES

Primero, porque cuando el foguista mueve, moverá la grilla principal para evacuar las cenizas propias del fuego. Estas, al caer sobre la parrilla de fondo, no caerán sobre las vías.

Esto traerá como consecuencia un mejor acabado de la combustión y se podrá mover exageradamente la primera parrilla, ya que en la segunda parrilla la combustión se terminará.

Cuando el tren llega a la toma de agua o cualquier punto de la línea, entonces el foguista acciona la parrilla del cenicero; tira todo lo que ha ido al cenicero durante el viaje.

También se cambiará la puerta del hogar, que es un órgano generalmente muy descuidado. Se cree que la puerta del hogar es un hierro que tapa un agujero: eso no puede ser. Por lo pronto, hemos visto que en el caso de la combustión a la gasógena tiene la importancia de permitir una entrada de aire bastante importante, que está destinada a quemar los gases de combustión. Entonces, tiene que ser, por lo pronto, bastante fácilmente regulable y dirigir el aire bien debajo de la bóveda; además, la puerta debe estar en todo lo que sea posible protegida para que el foguista no sufra los efectos de la intensa radiación a que está sometido a causa de su trabajo, es decir, que como resultado de toda la experiencia, se va a adoptar un diseño en forma de guillotina similar al de las puertas de las panaderías.

• DIMENSION SATISFACTORIA

Tiene un ancho de 28 centímetros y la altura lógicamente regulable, que estará complementado con la altura de la pala

y la posición del hombre de la máquina y la posición del tender. La experiencia ha demostrado que con estas dimensiones se satisfacen los requerimientos del trabajo del foguista.

En particular, la puerta debe estar en relación con la pala, digamos en oposición a una puerta redonda clásica, en la que la pala no utiliza toda la sección de paso que le ofrece la puerta (figura 5).

El foguista va pegado sobre la parte inferior del marco de la puerta, que se aprehende rápidamente. Entonces, su sección está perfectamente aprovechada.

Por supuesto, todo esto va en un marco grande con cuatro tornillos que permiten sacarlo y desmontarlo para hacer las reparaciones en el interior del hogar.

Un aspecto también muy importante que se va a mejorar es el relativo al tender, a fin de disminuir los esfuerzos que tiene que realizar el foguista.

Se ha elegido experimentalmente con un modelo de madera la posición relativa de la puerta, el piso de la cabina y del tender, de modo que el foguista pueda trabajar con toda comodidad con un mínimo de esfuerzo y teniendo siempre el carbón al alcance de su mano, en todo lo posible evitando que tenga que arrimarlo por un esfuerzo penoso.

La altura tiene que ser igual al borde de la puerta y su distancia la mínima posible.

El foguista empezará trabajando de espaldas a la máquina con su carbón cerca. Cuando el carbón, por efecto del consumo, quede cada vez más lejos, se pone 90 grados; alcanzará de ese modo más lejos, es decir, el carbón que queda hacia atrás.

• SIN GRAN ESFUERZO

Entretanto, toda la parte delantera del tender llena de carbón, le habrá llegado a su alcance sin necesidad de ir a arrimarlo a pala, cosa que es una operación de lo más desagradable para el foguista. Perseguimos con esto la idea de que el hombre trabaje sin un gran esfuerzo físico, utilizando sus energías físicas y mentales para un mayor rendimiento de la máquina.

Además, se ha suprimido el clásico puentecito que hay entre máquina y tender, para poner un piso firme que permita apoyar los dos pies con firmeza y no sobre el puentecito movedizo. Esto, que la mayor parte de los diseñadores de locomotoras del mundo parecen haber olvidado, que todos comprenden, tiene que ser mirado con la máxima atención como consecuencia de que, a la postre, el maquinista y el foguista son los que tienen que quemar eficientemente el carbón y si no se favorecen en todo lo posible sus condiciones de trabajo, no tendrán ninguna gana de producir rendimiento.

También se va a colocar en la parte delantera de la locomotora, lo que se llama placas deflectoras de humo, cuya finalidad consiste en que los productos de combustión y el escape de vapor que produce la locomotora, no vengán sobre la cara del maquinista produciéndole una irritación molesta.

Aplicamos, en este sentido, las dimensiones y recomendaciones de los ferrocarriles alemanes.

El corazón del sistema lo constituye esencialmente el escape kilpor; este escape es el derivado del Kylchap, inventado por el famoso ingeniero francés Chapelon.

Este escape permite obtener cifras de vacío en la caja de humo, de 400 milímetros de agua, con una contrapresión total, que tiene en cuenta la energía propia de la presión dinámica en el caño de escape, del orden de los cuatrocientos gramos por centímetro cuadrado; por ciento que son los mejores resultados que hemos podido confrontar con las comunicaciones técnicas que obran en nuestras manos. De esos 400 milímetros de agua, más o menos 200 milímetros se con-

sumen en la resistencia propia del haz tubular y otros 200 milímetros se consumen en el hogar para producir la turbulencia para quemar los gases.

Con estas modificaciones se espera obtener de ese tipo de locomotora una potencia continua en el gancho que va a estar cerca de los 1.000 H.P., es decir, equivalente prácticamente a la performance de una máquina Diesel de 1.300 H.P.

• NO DA GARANTIAS

Soy honesto en esto y no doy garantía, así que si salen 900 caballos, pido que no se me reproche, también puede ser que se obtengan 1.100 en condiciones favorables.

En cuanto a los costos, indudablemente no podemos hacer costos relativos a una sola locomotora, porque industrialmente no tiene sentido, pero referidos a una cantidad de locomotoras mayor de 10 unidades, estima que los costos de adaptación no superarán los 120.000 pesos por unidad. Se están haciendo las pruebas en las primeras locomotoras de los talleres de Santa Fe y de los resultados que se obtengan, permitirán entrar en una segunda etapa de mayor escala.

Eso puede hacerse en base a un capital muy grande, en forma de locomotora a vapor que el país no tiene ningún derecho de desprenderse de él. La adaptación es con beneficio para el servicio, ya que la locomotora gana no solamente en potencia, sino en algo que quizá es mucho más importante: la disponibilidad. Evidentemente se está frente a una solución que, al menos en el aspecto financiero y en el económico, proporcionaría al país una importante ayuda en materia de la tracción que tanto necesita. Si la posibilidad de quemar carbón de Río Turbio en las locomotoras del país ofrece un nuevo atractivo al empleo de tracción a vapor, cabe notar que países muy importantes, por cierto no la han dado de lado en ningún momento. Tengo aquí, por ejemplo, de los ferrocarriles alemanes, un trabajo del ingeniero F. Peter, donde está exponiendo justamente los planes de seria envergadura que tienen en estos momentos los ferrocarriles alemanes para mejorar sus locomotoras, porque parten de la base de que tienen un capital cuya rentabilidad está lejos de ser agotada y que en cierto modo les obliga, dentro de un planteo racional, a mejorar y obtener de ello el máximo rendimiento posible. Si esto lo hace Alemania en pleno florecimiento económico, que remodela las locomotoras que queman carbón y que tendrán que arrastrar expresos a más de 100 kilómetros por hora, qué queda para nosotros que financieramente estamos en una situación que no necesito detallar. Si esto que acabo de decir es válido para Alemania donde no cabe nada de lo que acabo de exponer con respecto a la gasógena, con mayor razón sería válido para la Argentina, para no decir de la posibilidad de utilizar 450 millones de toneladas de carbón que están esperando que se las queme. Vale decir con esto que, sin colocarme en una posición antipática, contrario a lo que convencionalmente se ha determinado como el progreso, evidentemente podemos obtener muy eficientes servicios de las locomotoras a vapor de los ferrocarriles argentinos, muy particularmente en conexión con la utilización de Río Turbio. Terminó con el slogan que dijera a la Comisión Bicameral: "Una locomotora de los ferrocarriles argentinos, convenientemente adaptada al carbón de Río Turbio, puede rendir un servicio integral de todo el año, mejor que en su condición de fábrica con el mejor carbón importado. Nada más.

Si me permiten y el tema no los cansa, gustoso estaré dispuesto a contestar las preguntas que quieran hacer, con una pequeña limitación para no establecer diálogos; le pediría al ingeniero Delacre que oficiara como director de debate y que cada uno que quiera hacer preguntas la haga una sola vez y yo, si puedo, contesto una sola vez también.

• PREGUNTAS Y RESPUESTAS

Ing. Nagelstein. — Sin duda alguna, eso es muy interesante. En Alemania, al mismo tiempo y como usted bien lo acaba de decir, se estudia la construcción de las locomotoras y al mismo tiempo, y eso es paralelo, al desarrollo de la combustión interna y por eso esta disertación es muy interesante, y también estudian al mismo tiempo el mejoramiento del carbón mismo, las dos cosas al mismo tiempo, en conjunto; para darle al carbón de Río Turbio, van a encontrar un empleo más fácil y mejor.

Ing. Porta. — El comentario del señor Nagelstein... voy a decir lo siguiente: en orden de la combustión hemos tratado de colocarnos en las peores condiciones para utilizar los carbones peores posibles como un problema técnico en general. El ingeniero Nagelstein dice a su vez, cosa que se está haciendo también en el país por la gente de carbón; tratar de producir el mejor carbón posible, como pasa en Alemania y ocurre acá también.

Sr. Nicorgeff. — Así como existen estadísticas en la misma Nación, de la cantidad de locomotoras a vapor, de automotores, etc., existen estadísticas en la Secretaría de Energía, de la cantidad de locomotoras nacionales de Diesel que utilizan, y las que se utilizan en Europa, comparativamente con las máquinas a vapor...

Sr. Porta. — Todo el mundo marcha hacia la máquina Diesel y a la electrificación. Eso es la constatación de un hecho objetivo. Lo que yo quería significar, y a lo que me opongo con mi conciencia profesional, es en ir al Diesel porque sí, sin una adecuada justificación económica y técnica. En el caso de Alemania justamente cita que hay más o menos unas 8 a 9 mil locomotoras a vapor todavía en uso y este trabajo expone la línea de mejoramiento que se está haciendo intensamente sobre estas 8.000 locomotoras, porque representan un capital fabuloso del cual Alemania no piensa desprenderse bajo ningún concepto de la noche a la mañana. En Estados Unidos la dieselización prácticamente ha llegado a ser casi total pero al estar de nuestras informaciones allí se ha producido en el fondo un fenómeno financiero por parte de las compañías productoras de automotores que han absorbido el mercado y junto con la Banca han ofrecido atractivas posibilidades a los ferrocarriles americanos de sustituir un elemento viejo por un elemento nuevo, que no es lo mismo que sustituir un elemento ineficiente por uno más eficiente. De manera que el problema se plantea diferente. En Inglaterra han decidido no construir más locomotoras nuevas, no obstante lo cual se sigue investigando, rápidamente, profunda e intensamente la explotación de las locomotoras a vapor, precisamente porque piensan que las que acaban de construirse tendrán 10, 20 ó 30 años de vida útil rentable. Ein entrar a discutir la dieselización y la electrificación, en el caso de nuestro país: primero, no tenemos derecho a abandonar el estudio y el mejoramiento de las locomotoras a vapor, en particular por nuestras condiciones financieras y en esto habría que seguir la recomendación del último Congreso Panamericano de Ferrocarriles de Buenos Aires, en el año 1957á en segundo lugar, las condiciones particulares de baja intensidad de tráfico en nuestro país, ofrecen un atractivo a las máquinas de vapor que prácticamente ya están amortizadas y que nunca, sino en contados casos, podrán ser susceptibles de una explotación muy intensa.

Ahora, en el caso de la utilización de carbón de Río Turbio se juntan dos cosas: estos argumentos en general válidos para tracción a vapor y la posibilidad de utilizar un combustible cuya comercialización en el exterior, cuyo valor en el mercado internacional, no puede ser comparable, por razones de carácter estratégico, al del petróleo.

Es decir, que la utilización de carbón de Río Turbio en las locomotoras, significa un apoyo para la extracción del car-

Reconocimiento al Ingeniero Porta

bón, para fomentarlo, puesto que hay un consumidor que va a obtener beneficios. Por el otro lado, para las locomotoras significa un interés nuevo, adicional, por el hecho de que pueden utilizar un combustible nuevo, nacional.

(1) Sr. Fernando Vega. — Yo, señores, primero, si no caben las ponderaciones, quiero por lo menos dejar sentado un reconocimiento al ingeniero Porta, por el hecho de que vea con qué patriotismo trata de recuperar un material que dentro de los ferrocarriles argentinos pareciera ser que ha llegado la hora de ser radiado y del que nosotros, como hombres de trabajo, también decimos que todavía pueden rendir mucho las locomotoras a vapor si éstas se adaptan a las circunstancias y al medio ambiente de trabajo.

Yo he seguido muy detenidamente la exposición del señor ingeniero y quiero hacerle una pregunta a título de curiosidad. Soy un profano en la materia de números, sólo soy un hombre que trabaja, que ha quemado carbón y posiblemente tenga que volver a quemarlo.

No voy a poder competir con el señor ingeniero en materia de números porque escapa a mi conocimiento y quizá a la faz técnica también. Pero como hombre práctico me permito hacerle esta pregunta al señor ingeniero. Tomando como base su exposición en las modificaciones a introducir en las locomotoras y tomando sus observaciones en lo que respecta a las inyecciones de aire secundario a los efectos de quemar los gases y las materias volátiles que tengan los gases y que puedan producir un mayor grado calorífico dentro del hogar, ¿puede compensar la proporcionalidad del poder calorífico de la combustión que se va a producir a través del aire que entra por lo que nosotros llamamos vulgarmente las grampas del cenicero

Vale decir, señor ingeniero, para que usted lo interprete, que si nosotros tenemos un volumen determinado de aire que atraviesa la capa de combustible y que es el que va a avivar, como decimos vulgarmente nosotros los hombres de trabajo de la conducción, por efecto del tiraje, sea éste natural o forzado, no puede ocasionar esta inyección de aire secundario un perjuicio en forma tal que quemando los gases que tiene en suspenso la cámara de combustión, no alcancen éstos a compensar la disminución que se produce a través del aire que ingresa por la cámara de combustión?

• DE DOS MANERAS

Sr. Porta. — Si no he interpretado mal la pregunta, creo que es, en términos más breves, ¿si el aire frío que entra por la puerta del hogar y las entradas laterales no traerán un perjuicio

Sr. Fernando Vega. — Exacto.

Sr. Porta. — Le voy a contestar de dos maneras.

En primer lugar, hay una ley de la química que se aplica y que es la siguiente: todo depende del estado final, es decir, que en el caso de la combustión hecha en forma de gasificación, el resultado final de la combustión expresado por el porcentaje de anhídrido carbónico, de óxido de carbono y de hollín libre, es el mismo que se obtiene en la combustión normal, es decir, que el proceso se realiza en 2 etapas, pero en la placa tubular llegan gases de la misma composición química volumétrica que corresponde a la combustión normal. Es decir, que la combustión definida por

las relaciones de volumen y peso de aire y de de temperatura de combustión y todos los otros elementos que son característicos, cuando todo este proceso llega a la placa tubular del hogar, estamos en las mismas condiciones que la combustión normal o aún mejor. ¿Y por qué mejor? Porque si una combustión normal tenemos que ordinariamente disponer del 30 por ciento de exceso de aire todavía aparecen algunas trazas de óxido de carbono y de humo, en el caso de la combustión a la gasógena todavía lo hacemos con menos aire, con el 20 por ciento de exceso de aire y humo absolutamente cero. Quiere decir que la temperatura de recalentamiento, si hubiera una entrada de aire frío que fuera perjudicial a la caldera por rendimiento, evidentemente la temperatura de recalentamiento, como lo sabe cualquier maquinista que ha trabajado con pirómetro, bajaría. Por el contrario hemos podido constatar que esta temperatura de recalentamiento es superior a la normal en algunos grados, es decir la temperatura que se produciría por el sistema clásico de combustión y esto se debe en particular a una disminución de la luminosidad de las llamas que es un fenómeno completamente accesorio. Es decir que los gases en la placa tubular para citar algunos valores, si en la combustión normal pueden alcanzar a pleno régimen digamos 1.300° C al entrar en el haz de tubos, probablemente, con la combustión de la gasógena, tendrán 1.320° C, o algo así. En la práctica, hemos constatado que no hay reparaciones adicionales de caldera. Es decir, que el concepto viejo de que la puerta de hogar permite entrar el aire frío que va del hogar directamente a los tubos, lo hemos tenido muy en cuenta para evitar sus efectos nocivos; por eso al hablar de la puerta del hogar y de las entradas de aire, expuse claramente que tenían que estar geométricamente dispuestos de modo tal de asegurar la máxima turbulencia en el conjunto, es decir, que no haya una corriente que pase directamente hacia el haz tubular, sino que por el contrario tiene que cumplir la función de inflamar los gases producidos en el lecho de fuego. Por una parte la ley de que el estado final es lo que asegura y rige el balance químico, y el balance térmico de la caldera lo afirma, dice que la temperatura del hogar probablemente es un poco más elevada. Y aun cuando la capa de combustible es oscura, la llama está a una temperatura tal que se la ve blanca. ¿Por qué? Porque el aire en realidad está quemando el gas producido y con una mezcla tan íntima que es el objeto precisamente de todo el sistema. En cuanto no tuviéramos esta mezcla tan íntima, desaparecería la posibilidad de quemarlo. La turbulencia violenta permite quemar con una proporción de aire menor que la del 30 por ciento habitual y a su vez, la bondad de la combustión se ve porque en la chimenea no aparece humo y el análisis con el aparato de Orsat nunca muestra óxido de carbono. Espero que en la práctica usted también lo pueda palpar visiblemente, y pronto.

• PUNTO FINAL

Un oyente. — Las autoridades de YCF podrían averiguar alguna relación de precios con respecto a fuel oil, cuando los volúmenes alcancen lo que se espera?

Sr. Porta. — Eso escapa en realidad al tema de la presente comunicación, pero diría que el precio de las calorías va a ser económicamente conveniente para los ferrocarriles.