

Explotación de Ferrocarriles de Cremallera

(Traducido del *The Times Engineering Supplement*, del 25 de Febrero de 1916, por Julio Lyon)

PROBLEMAS DEL TRANSANDINO DE CHILE

Algunas de las dificultades que fué necesario vencer en la explotación de la sección de cremallera del Ferrocarril Transandino de Chile, fueron descritas en una conferencia dictada en el Instituto de Ingenieros Civiles, por el señor W. T. Lucy, quien llamó la atención al hecho de que durante los últimos años el kilometraje de los ferrocarriles de cremallera había aumentado mucho, y que los 1,070 kilómetros (666 millas inglesas) de línea de los ferrocarriles de Arica a La Paz y Longitudinal Sur, que no habrían podido construirse sin el empleo de la cremallera, fueron abiertos al tráfico, en Chile, solamente en 1913.

La sección de Cremallera del Transandino chileno se extiende desde el Río Blanco (1,333 metros) hasta el túnel de la cumbre (3,204 metros), o sea, una diferencia de nivel de 1,871 metros en 36,524 kilómetros. Consiste en siete secciones de adherencia y seis de cremallera, teniendo las más severas de estas últimas gradientes, de 8% en 2 kilómetros, 7.63% en 4 kilómetros, y un promedio de 7% en 8 kilómetros. La velocidad en las secciones de cremallera, es de 10 kilómetros desubida, y de 15 kilómetros de bajada; el peso de los trenes, excluyendo la locomotora, es de 140 toneladas, más o menos.

LOCOMOTORAS

A principios de 1911, había en uso cuatro tipos de locomotoras: las «Shay», «Borsig», «Kitson-Meyer» y «Esslingen». La primera de éstas, una máquina de engranajes con ruedas de adherencia únicamente, resultó inadecuada para correr en las secciones intermedias de adherencia, debido a su pequeña velocidad, y la segunda, aunque hizo buen servicio mientras la línea estuvo abierta únicamente a un tráfico parcial y liviano, no era suficientemente poderosa o resistente para exigencias posteriores.

Por consiguiente, en 1906, la «Maschinenfabrik Esslingen» fué consultada acerca de la construcción de una máquina que pudiera arrastrar 120 toneladas,

pero el señor Ramón Abt, asociado de ellos, declaró que la idea significaba una imposibilidad física. Los señores Livesey, Son & Henderson, ingenieros consultores del ferrocarril, proyectaron entonces una locomotora que los señores Kitson y C.^a se comprometieron a construir, del tipo articulado, con cuatro cilindros, dos en un bogie accionando las ruedas de adherencia, y dos en el otro bogie para los piñones de cremallera. El personal del ferrocarril insistió, sin embargo, en la necesidad de añadir un tercer piñón de cremallera con un par extra de cilindros sobre el bogie de adherencia, y, a pesar del desacuerdo de los ingenieros consultores, se aprobaron estas modificaciones. Esta máquina, no obstante las preven- ciones del señor Abt, arrastró con éxito las cargas para las cuales fué proyecta- da, y acto continuo la compañía Esslingen ofreció construir una máquina según proyecto propio, para llenar las condiciones exigidas, lo que hizo también con éxito. Pero ninguno de estos tipos fué completamente satisfactorio, en vista de las reparaciones constantes que necesitaban para ser mantenidas en servicio, y a principios de 1911, fué un problema que requería solución inmediata, hacer las mo- dificaciones que asegurarán su eficacia en servicio normal. En el caso del tipo «Kit- son Meyer», el autor suprimió los pequeños piñones de cremallera y sus cilindros, del bogie de adherencia, con el resultado de que, los inconvenientes anteriormen- te notados, quedaron subsanados y las máquinas arrastraron una carga más pesa- da que la que llevaban con el arreglo original.

Respecto de las locomotoras nuevas, el autor estimó que las condiciones principales debían ser: la acción directa sobre los piñones, en vez del empleo de engranajes intermedios; rigidez y, en general, disposiciones apropiadas a la ara- dora de nieve; accesibilidad y arreglo general conveniente; suavidad en la mar- cha. Estas consideraciones señalaron al tipo Kitson-Meyer, como el más adecuado para el servicio, con ciertas modificaciones. El autor no estuvo de acuerdo con el sistema generalmente empleado de llevar los piñones en un marco separado suspen- dido de los ejes de las ruedas. Haciendo esto, los piñones quedan independientes de la acción de los resortes, y su correcta altura, con respecto a los rieles y a la cremallera, se mantiene siempre; pero el arreglo significa mucha complicación adicional, y en la práctica, el sistema ha resultado completamente innecesario. Para máquinas grandes de cremallera, tales como las destinadas al arrastre de más de 100 toneladas, deberían emplearse tres juegos de piñones, que proporcionan me- jor distribución del esfuerzo, tanto para la máquina como para la cremallera; pero mientras que sería casi imposible proyectar más de dos juegos de piñones con el antiguo sistema de marco suspendido, el marco sencillo de una plancha por costado se presta al nuevo arreglo de tres juegos de piñones, sin dificultad. Tam- poco está de acuerdo el autor con el sistema tradicional de afianzar las coronas dentadas, con chavetas de resorte. En las máquinas del Transandino chileno, este método fué originalmente usado, con el que se disponen ocho juegos de cuatro re- sortes y una pieza de supe cada uno, para cada piñón, o sean ciento veinte pie- zas en total para cada juego de piñones. Estas fueron reemplazadas por ocho

chavetas sólidas, resultando que, mientras que antes los piñones duraban solamente tres meses, ahora no necesitan revisarse sino cada dos años y medio. El desgaste de las caras de contacto de los dientes es solamente de un centímetro ($3/8''$) más o menos, y los piñones se mantienen en tan buen estado, que pueden darse vuelta haciendo que la antigua cara de atrás del diente sea la nueva superficie de contacto. Así se obtiene de las coronas otros dos y medio años de servicio, prolongándose su vida total a cinco años.

(Siguieron los datos relativos a las principales dimensiones de una máquina de adherencia y cremallera que incluían los detalles apuntados, para lo cual el autor formuló las especificaciones en 1912).

MANEJO DE LOS FRENOS

Los frenos usados en el Ferrocarril Transandino de Chile, comprenden el Westinghouse automático y «de control no automático» para el tren, y el freno Westinghouse de «aire directo» en la locomotora; frenos de represión en los bogies de adherencia y cremallera de la locomotora; frenos de mano en la máquina y el tren; frenos de banda en los ejes de los piñones de cremallera; y finalmente, para los casos de emergencia, se hace uso del contra-vapor. El freno automático está proyectado para la detención ordinaria de los trenes y no para la regularización continua de la velocidad en las bajadas, pero el freno de «aire directo» tiene la ventaja de que su potencia puede ser aumentada o disminuida sin aflojar las palancas. El freno de control no automático está diseñado para su empleo en gradientes prolongadas, pudiendo variarse la intensidad de aplicación como sea necesario. En el Trasandino se emplea ese freno en combinación con el automático corriente, el que siempre puede aprovecharse para el caso de accidentes tales como la cortadura de enganches.

El freno de represión consiste en el empleo de los cilindros de la locomotora como compresores de aire. Para su aplicación se invierte el mecanismo de la válvula de distribución, es decir, marchando adelante, la rienda es colocada en posición correspondiente a la marcha hacia atrás; se admite aire limpio por una válvula especial, dentro del cañón de escape que, en este caso, forma parte del espacio de aspiración, y los orificios de admisión de vapor de los cilindros se convierten en conductos de salida del aire aspirado hacia la caja de distribución y tubos de vapor, que ahora forman depósitos del aire comprimido hasta el regulador, que para el objeto se mantiene cerrado. El frenaje se regulariza con una válvula que permite el escape del aire comprimido como sea necesario, al mismo tiempo que se introduce agua en los cilindros, por gravedad, y en cantidad suficiente para absorber el calor desarrollado durante las compresiones. Debe emplearse solamente el agua necesaria para producir una nube ligera de vapor de la chimenea, donde se dirige el conducto de salida de la válvula, junto con una llovizna fina. El exceso de agua causa una baja de presión y pérdida de fuerza

frenante. Manómetros conectados con los cañones de vapor van situados en la casita para indicar al maquinista el estado de freno y resultan de gran utilidad en el manejo. Evitando o disminuyendo el empleo de los demás frenos, el de represión disminuye el desgaste de las zapatas, llantas y bombas de aire.

Los frenos de banda en los ejes de piñones no han sido usados por tres años, y fueron suprimidos de la mayor parte de las máquinas, debido a que son de poder insignificante y propensos a ser más bien fuente de peligros.

LIMPIA DE NIEVE

Los aparatos actualmente en uso para remover la nieve, consisten en arados de trompa, arados de empuje y en un arado «Leslie» de rotación. Los primeros, que tienen la forma de cuña vertical y son hechos de hierro en plancha, reforzado por ángulos, van situados sobre la trompa de la máquina en caso necesario, y han resultado útiles para nevadas ligeras y capas hasta de 0,915 m. (3 pies) de espesor. Los arados de empuje son del tipo corriente de cuna, pero en un ferrocarril de cremallera no es práctico ni presta seguridad emplearlos a gran velocidad, mientras que el resultado, a la velocidad inferior admisible, es de comprimir la nieve a ambos lados, dejando un corte duro detrás del arado. Si la primera caída de nieve no excediera de 1,52 m. a 1.83 m. (5 a 6 pies) de hondura, un arado de este tipo puede ser usado otra vez, siendo su capacidad máxima para una hondura de 3 m. (10 pies). A mayor profundidad, las paredes duras de nieve no cederán más, y el corte de nieve debese ser abierto con un arado rotatorio u otro aparato mecánico. El arado «Leslie» funciona bien en nieve limpia y para hacer cortes hasta una hondura de 3 m. a 3,66 m. (10 a 12 pies), pero en nieve de avalancha, comprimida por el viento o por congelación, su avance es lento e inseguro, especialmente a mayor profundidad. El inconveniente principal es, sin embargo, debido a la presencia de trozos de roca enterrados en la nieve, causando la quebradura de las paletas u otros desperfectos serios.

Una escavadora, proyectada por el autor, tiene por objeto atacar nieve dura o congelada, mezclada con roca, hasta un espesor de 4,57 m. (15 pies) y, a diferencia de los arados rotatorios que hacen cortes delgados con gran velocidad y botando la nieve en una sola operación, hará un corte grande con alta velocidad y lanzará la nieve en operaciones separadas, con velocidades que pueden regularizarse independientemente.

La máquina debe ser construida sobre un bastidor principal sostenido por dos bogies de seis ruedas. En la parte delantera habrá dos escaleras paralelas, amarradas entre sí, que llevarán capachos de escavadora, tal como se usan para arcilla compacta. De estos capachos se vaciará la nieve a un receptáculo de embudo, de donde pasará a un eyector centrífugo, por medio del cual será lanzada a ambos lados de la vía. Detrás del eyector estará el departamento de maquinaria,

que contendrá dos grupos de máquinas, para la escavadora y el eyector. Siendo el peso del conjunto de 60 toneladas, más o menos, podría ser manejado con una locomotora de cremallera en trabajo corriente, mientras que los arados rotatorios que son más pesados, exigen dos locomotoras. El estado financiero del Ferrocarril Transandino chileno no ha permitido aún la adquisición de esta escavadora, pero se contempla su ensayo tan pronto como lo permitan las circunstancias.