

La Explotación de la Cordillera Chilena Mediante una Vía Aérea

POR

WALTER SECKLER

La Cordillera chilena dispone en abundancia de capas metalíferas, encontrándose minerales de plomo, de plata y ante todo de cobre. La mayoría de las capas metalíferas se hallan a grandes alturas sobre el nivel del mar, esto es, en regiones intransitables de la cordillera, en los numerosos valles de esta formación montañosa tan característica. A veces las vetas contienen minerales tan ricos, que ya son comerciables con sólo haber efectuado una sencilla clasificación o selección de los productos extraídos de la mina. Sin embargo, la explotación económica de un extenso distrito de yacimientos metalíferos puede conseguirse únicamente, beneficiando también los minerales pobres y enriqueciéndolos en una moderna instalación de concentración para que resulten comerciables. Se entiende que para poder aplicar tales procedimientos de concentración, debe disponerse de cantidades importantes de minerales, para que el sobreprecio obtenido pague los gastos de instalación de la maquinaria concentradora con sus accesorios, tales como la central de fuerza, etc., etc. Por lo tanto, en primer lugar es preciso resolver *la cuestión del transporte* de estos grandes tonelajes de mineral. Generalmente se prefiere instalar la concentración misma en regiones más bajas, porque allí en la mayoría de los casos se dispone de abundante cantidad de agua y no se está tan expuesto a las tempestades y nevadas que son frecuentes en la alta cordillera, ni a los peligros provenientes de avalanchas y deshielos. En este caso ha de transportarse toda la cantidad de minerales desde la mina hasta la concentración. Siempre hay que atravesar terrenos

escabrosos, que en invierno frecuentemente estarán del todo intransitables. Desde hace mucho tiempo ya se ha evidenciado que bajo tales circunstancias la vía aérea se destaca como el único medio de transporte para mover cantidades inmensas de minerales, de 30 a 100 toneladas por hora y aun más, según la importancia de la empresa minera. Y es así que en muchos casos ya se ha empleado este método de transporte con óptimo resultado.

El tonelaje del mineral enriquecido en la concentración representa tan sólo una fracción de los minerales transportados desde la mina.

El promedio de la ley de los yacimientos metalíferos es alrededor de un 6 por ciento. Los minerales se enriquecen a un 28 por ciento más o menos. Resulta, pues, que una cantidad igual a 1.4 ó 1.5 del cubo de minerales crudos, ha de seguirse transportando todavía como mineral concentrado, desde la concentración al centro de consumo. Para el transporte de esta cantidad relativamente pequeña, en la mayoría de los casos se han empleado carretas, mulas y a veces auto-camiones, cuando se dispone de carreteras convenientes. Sin embargo, casi siempre los camiones que conducen a la próxima estación de ferrocarril ofrecen grandes dificultades, de suerte que también para el referido transporte muchas veces resulta ser económico el empleo de una vía aérea.

Un ejemplo típico de la explotación de minas mediante una vía aérea ofrecen las instalaciones de la Compañía Minera Disputada de Las Condes cerca de Santiago. La mina misma está situada a una altura de 3 700 metros. Mediante una vía aérea de unos 7 kilómetros de largo se transporta el mineral crudo desde la mina hasta la concentración, que se encuentra a 2750 metros de altura. La instalación concentradora tiene capacidad para suministrar por día hasta 100 toneladas de mineral concentrado y comerciable.

Una carretera de 50 kilómetros de largo comunica la concentración con la llanura, y por ésta se transportaba hasta hace poco el mineral concentrado por medio de camiones, carretas de bueyes o mulas. Este modo de transporte era deficiente, tanto por no poder satisfacer a la producción de la concentración, como por su falta de seguridad en ciertas épocas del año, por lo cual era una fuente de pérdidas para la compañía.

Para resolver este problema de transporte fué muy natural pensar en la instalación de una vía aérea, pues la línea recta entre la concentración y el punto donde la carretera sale a la llanura, mide sólo 24 Km. En el año 1923 se tomó la resolución definitiva de realizar este proyecto. La construcción de dicha vía aérea se encomendó a la casa *Adolf Bleichert & Co.* de Leipzig-Gohlis (Alemania), especialistas

en estas obras y representados en el país por los señores Vorwerk & Cía. Los trabajos para determinar el trazado se principiaron en el mes de Agosto de 1923 por el autor, ingeniero de la referida casa constructora.



Fig 1.—Quebrada de San Francisco

La planta de concentración se encuentra a unos 2750 metros de altura sobre el nivel del mar cerca del Estero San Francisco, en un valle muy profundo y estrecho. Desde la concentración, la línea de la vía aérea debe subir con inclinación pronunciada, para vencer una cima aguda a 3 200 metros de altura sobre el nivel del mar.

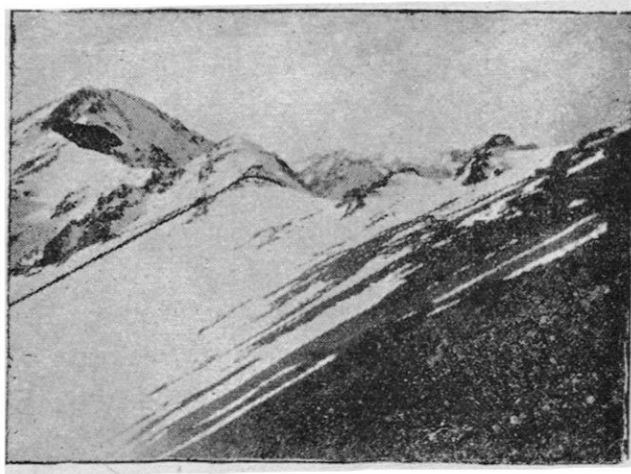


Fig 2.—La Cumbre (3.200 m.)

A partir de dicha cumbre la línea, cruzando las laderas escarpadas de la alta cordillera, baja hasta el punto de descarga, situada a 1 000 metros sobre el mar cerca de una buena carretera transitable para camiones. Toda la longitud horizontal de la línea mide poco más de 24 kilómetros. En dos puntos de su recorrido se encuentran instaladas estaciones de ángulo intermedias con desviaciones de poca importancia. La ubicación de dichas estaciones intermedias ha sido fijada teniendo en cuenta la tensión máxima y uniforme del cable tractor subdividido en tres trozos parciales y con arreglo a la mejor adaptación del trazado al terreno, en sí bastante desfavorable.

En la estación de carga se disponía de fuerza eléctrica, y la estación de descarga no ofrecía ninguna dificultad para la colocación de un motor a petróleo crudo. El trozo superior de la vía impulsado por un motor eléctrico, mueve a la vez, mediante una transmisión en la primera estación de ángulo, al segundo trozo o sea, en total, 13,5 kilómetros de largo de la vía. El trozo inferior de unos 10,5 kilómetros de largo tiene un mecanismo de impulsión, combinado con 2 dispositivos de tensión del cable tractor, instalado en la estación de descarga, y que es accionado por un *motor Diesel «Otto-Deutz»*.

La vía aérea ha sido proyectada para un transporte horario de 10 000 kgs. de minerales concentrados. Los minerales se transportan en sacos, pesando cada uno 80 kgs. El rendimiento de 10 toneladas por hora corresponde, pues, a unos 125 sacos de minerales concentrados.

Después de haberse determinado el trazado de la línea, se realizó la medición exacta, que también fué hecha por ingenieros de la casa Bleichert. Solamente a base de dicho replanteo definitivo, la fábrica confeccionó los planos de construcción del perfil longitudinal y de los cimientos para las torres, y después de transcurridos algunos meses se iniciaron las excavaciones para las fundaciones conforme a estos diseños. Todos los elementos necesarios para la línea, inclusive las torres y las estaciones, han sido fabricadas de hierro y acero. El peso total de estos materiales fué de unas 1 000 toneladas. Con excepción de algunas piezas que no podían descomponerse, tales como los ejes de gran diámetro, todas las piezas tenían que fabricarse, de modo, que pudiesen transportarse a lomo de mula. Su largo no debía exceder de 5 metros y su peso no podía ser superior a 70 kgs.

Se entiende que además de estos materiales tenían que transportarse a los correspondientes sitios de obra las cantidades necesarias de cemento, arena, y ripio y los moldes y andamiajes para los trabajos de fundación.

La solución de este problema fué, pues, extraordinariamente difícil. En ese

desierto de piedras en primer lugar fué necesario hacer senderos para permitir el acceso con mulas al trazado que en parte se desarrolla por terrenos rocosos casi inaccesibles.

La antigua carretera arriba ya mencionada describe una gran curva de unos 50 kilómetros de largo y comunica la estación de descarga y la de carga. Dicha carretera se empleaba para transportar los materiales lo más próximo posible a las secciones superiores e intermedias. Desde los almacenes instalados a lo largo de la carretera, durante varios meses, marchaban sobre sendas tortuosas numerosas cuadrillas de mulas hacia la línea del trazado, para repartir en los diversos sitios de la instalación los materiales de construcción y las estructuras metálicas. Por cierto que los cables portadores y tractores de la vía no podían llevarse a lomo de mula, sino que para dicho transporte se empleaban cuadrillas de obreros que en larga fila llevaban los cables sobre sus espaldas hasta su destino, efectuando con este objeto largas marchas de varios días. En este trabajo de transporte se ocuparon en ciertos períodos hasta 300 obreros y otras tantas mulas.



Fig. 3—Obreros transportando los cables

En el mes de Diciembre de 1924 se comenzó el montaje de las estructuras metálicas. Las pequeñas torres se remachaban tendidas en el suelo y luego, una vez terminadas, se levantaban. Las torres de mayor altura (se trataba de alturas hasta de 36 metros) se remachaban a medida que se iban armando. En atención a las dificultades que el terreno presentaba, en la sección superior de la línea se renunció al empleo de remaches, porque el montaje hubiese sido demasiado engorroso y en

su lugar se emplearon pernos. Sin embargo, las estaciones y los dispositivos tensores han sido remachados sin excepción.

Así a partir de la estación de carga se montaban todas las estructuras de hierro, y simultáneamente se realizaban los trabajos necesarios en los cables portadores y tractores, fijándose los empalmes de los primeros y haciéndose las empalmaduras de los segundos, de suerte que en cuanto se terminase el montaje de las obras de construcción de hierro pudiese colocarse los cables sobre las torres.

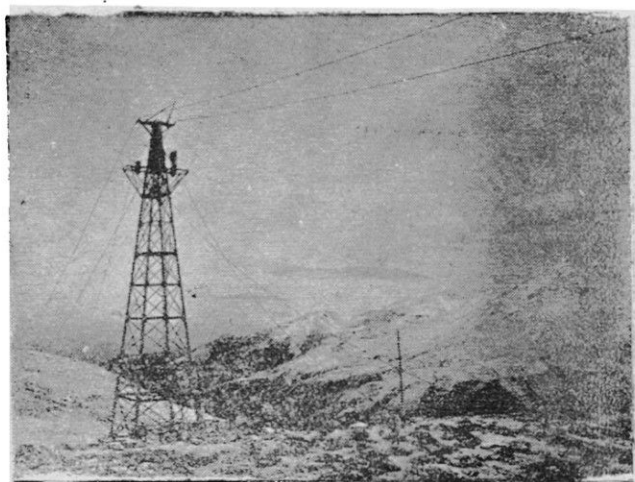


Fig 4.—Colocación de los cables

Luego se armaron los equipos accesorios de las torres y estaciones con todos sus detalles, se tendieron los cables portadores y tractores y se efectuó la instalación del motor de impulsión.

Ante todo se trató de terminar los dos trozos superiores de la línea, porque se temía que los trabajos pudiesen interrumpirse en el invierno que en la montaña alta generalmente comienza en el mes de Mayo, y en seguida se terminó el montaje, equipando el trozo inferior con la mayor actividad posible.

Gracias a esfuerzos extraordinarios fué posible celebrar la puesta en marcha de la vía aérea en el mes de Septiembre de 1925.

Esta vía aérea se cuenta entre las más largas que hay en todo el mundo. Para su instalación fueron enormes las dificultades que se ofrecían en el terreno, pero no obstante, han podido vencerse de un modo irreprochable desde todos los puntos de vista técnicos que rigen para la construcción de esta clase de instalaciones transportadoras.

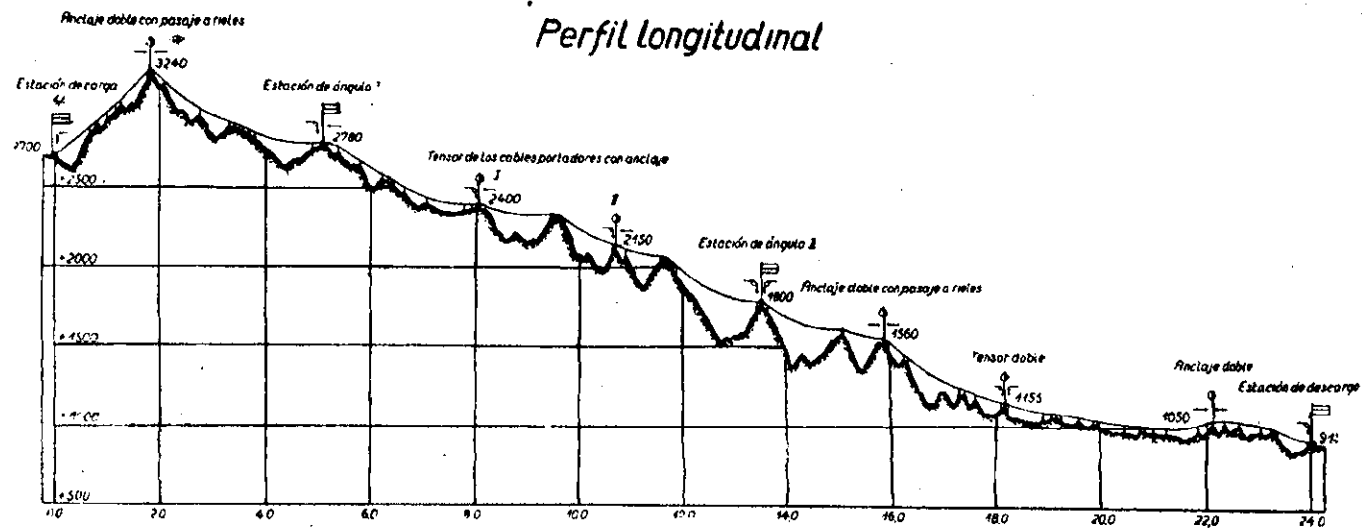


Fig. 5

Para vencer el cambio de pendiente agudo por sobre la cumbre de 3 200 m, saliendo desde la estación de carga, hubo que instalar un llamado *pasaje a rieles*. En dicho dispositivo se hallan anclados los cables portadores, y la vía de rodamiento queda formada en este punto por rieles curvados, sobre los cuales corren las vagonetas aéreas, el cambio de los cables a los rieles, se realiza mediante una aguja. El cable tractor se conduce por una serie de rodillos, pero que dejan pasar libremente a las vagonetas arrastradas por el cable tractor. El cambio de pendiente en este

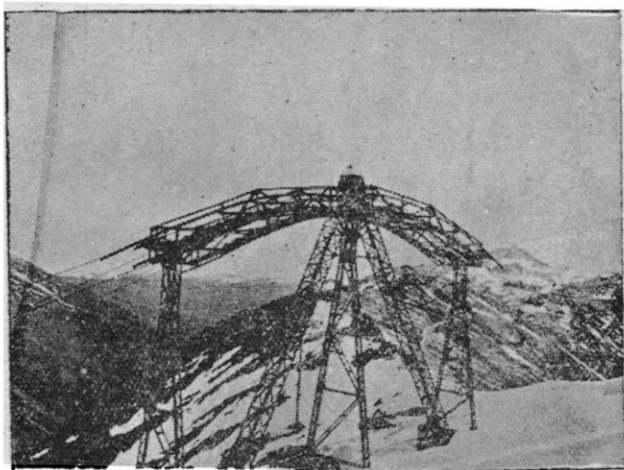


Fig 6.—Pasaje a rieles en la cumbre

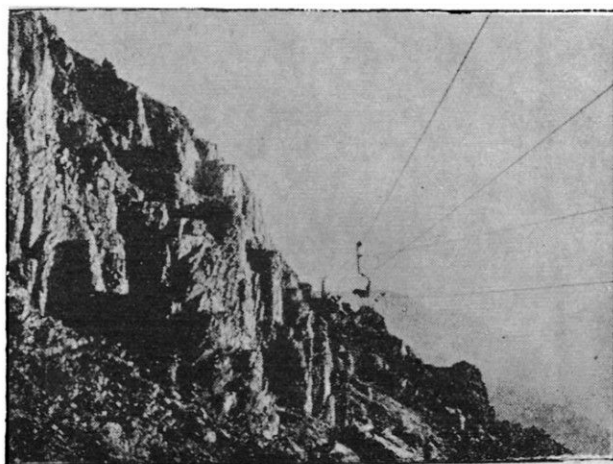


Fig. 7—Estación de ángulo I.

punto asciende a un 65%. Este pasaje tiene una altura de construcción tal sobre el terreno, que las más fuertes nevadas no pueden hacer peligrar al tránsito regular de las vagonetas.

A continuación del pasaje a rieles, la línea presenta un tramo de gran luz para vencer una quebrada y conduce a la estación de ángulo I instalada sobre una plataforma, labrada con empleo de explosivos en una pared vertical de roca.

Entre peñas escarpadas, cuya situación fué sin embargo tan favorable para el perfil longitudinal de la línea que para este trozo hubo que plantar tan sólo tres pequeñas torres, la línea continúa su recorrido hasta la estación de ángulo II. En este trozo de la línea aérea hay luces enormes, por ejemplo, la parte entre la última torre y la estación de ángulo II es un solo tramo de 1640 metros de largo.

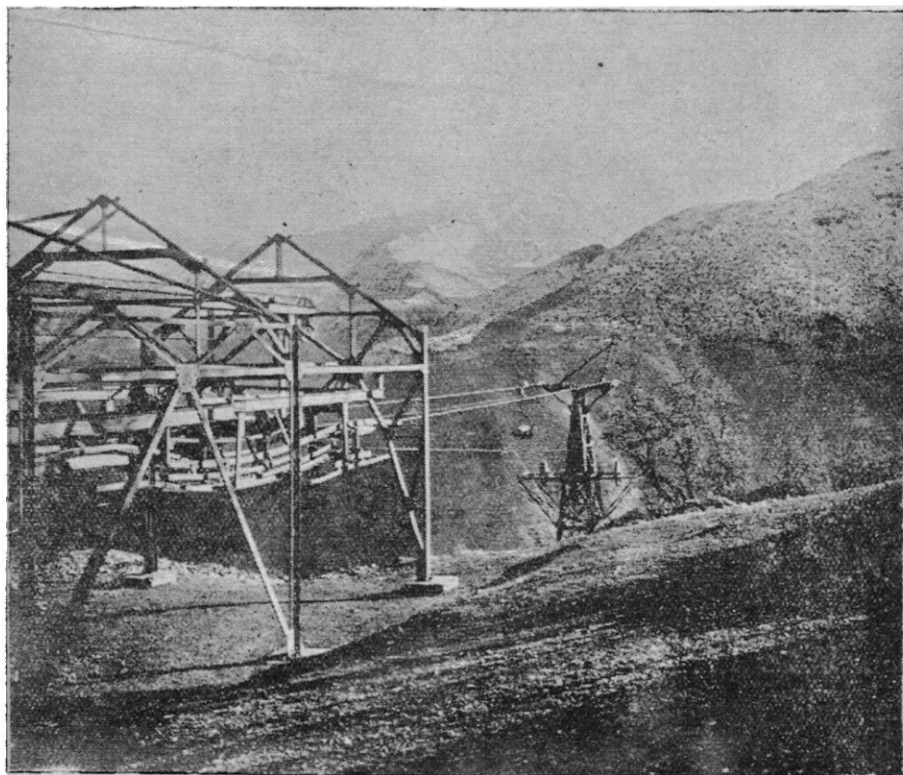


Fig. 8—Estación de ángulo II y paño de 1640 m. de luz.

La estación II se encuentra sobre una plataforma situada sobre la falda de una montaña. Tras dicha estación hay un tramo de 1 200 metros de largo y otro siguiente de 800 metros.

El primer anclaje de esta sección inferior de la vía ha sido construído como pasaje a rieles, para poder pasar con facilidad del trozo superior al trozo inferior, cuya caída es muy fuerte.

En la parte más baja la línea sigue el recorrido de un valle, sinuoso, llamado «El Arrayán», hallándose las torres plantadas sobre la falda de los cerros que lo forman, y por último, la vía aérea atraviesa el valle del Mapocho con un tramo de 600 metros de largo que termina en la estación de descarga.

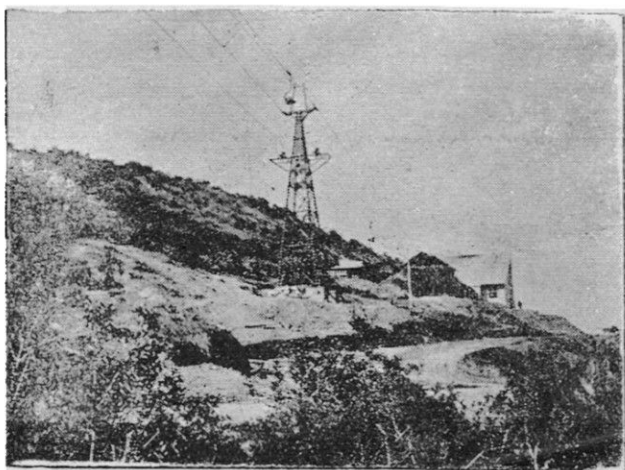


Fig. 9.—Estación de descarga.

Como todo el mineral comerciable tiene que transportarse hacia abajo en sacos, las vagonetas están dotadas de plataformas de volteo que permiten la carga cómoda de las vagonetas en la estación de carga y la sencilla volcadura de los sacos en la estación de descarga, precisamente sobre el depósito, situado en un piso más bajo. Desde dicho depósito, se carga el mineral sobre camiones para su transporte a Santiago.

La vía aérea sirve también para el transporte hacia arribade las mercaderías y materiales necesarios para el campamento de la concentración, denominado «Fierro-Carrera». Simultáneamente se presta para el transporte de los envíos postales, destinados a la oficina postal de «Fierro-Carrera.»

Según las publicaciones de la Compañía Minera Disputada de Las Condes, se ha invertido un capital de 4 500 000 pesos chilenos o sean, £ 112 000 para la construcción de la vía aérea, inclusive todos los gastos secundarios. En cambio, calculando con la cantidad de minerales que actualmente se está transportando, se

por cada año la suma de £ 20 000 de los gastos que antes se desembolsaban para transporte de minerales y además por el transporte hacia arriba de mercaderías diversas se ganan otras £ 2 500, resultando, pues, una economía total de £ 22 500 por año, de suerte que sólo por estos dos capítulos se amortizará toda la instalación de vía aérea ya dentro de 5 años. Sin embargo, no se utiliza todavía completamente la capacidad de la vía aérea, la cual está, en condiciones de poder transportar igualmente los minerales de las empresas vecinas, de modo que sería posible amortizar la instalación dentro de un tiempo aun más corto.

El resultado económico tan excelente de la referida instalación es una prueba de que una vía aérea representa un medio de transporte de utilidad insuperable para la explotación racional de las riquezas naturales en regiones montañosas de difícil acceso, aun cuando se trate de distancias muy largas. La vía aérea ofrece, pues, también una posibilidad para completar económicamente en regiones montañosas las redes ferroviarias instaladas y para hacerlas más lucrativas.