
ANALES
DEL
INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

El mineral del Tofo y las instalaciones para su explotación

POR

RAMÓN MONTERO RODRÍGUEZ

(Conferencia dada en la sesión del 24 de Octubre de 1917.)

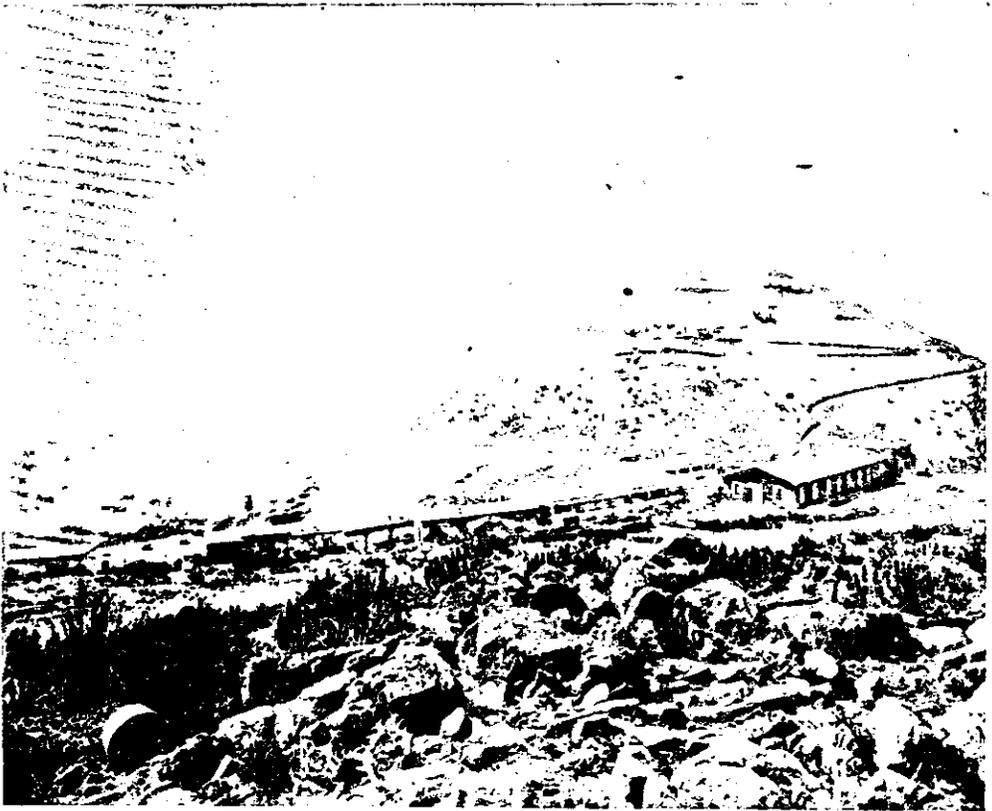
A mediados de Septiembre último, practiqué una visita de inspección al ferrocarril que, previa concesión gubernativa, construye la Bethlehem Chile Iron Mines Co. entre las minas del Tofo y la Caleta Cruz Grande. Con tal motivo pude recoger algunas informaciones sobre las diversas obras que allí se ejecutan para extraer, llevar hasta el puerto y cargar en buques los minerales de fierro destinados a alimentar los hornos de fundición que la misma compañía tiene en Estados Unidos.

Hice mi viaje hasta La Serena por el Ferrocarril Longitudinal. Desde esta ciudad salí, con rumbo al norte, siguiendo el camino que conduce a La Higuera. Los primeros 10 o 12 kilómetros, aunque bastante planos y fáciles de convertir en una buena carretera, presentan algunos arenales que dificultan el paso de los automóviles, por lo cual esta parte del recorrido, hasta llegar a Punta Teatinos, la hice en un victoria serenense, y desde este punto continué mi viaje en un automóvil Ford de la empresa minera. El camino va serpenteando por los cerros de la costa, sube hasta el portezuelo Buenos Aires, baja luego al llano longitudinal de La Higuera y, casi frente al pueblo y minas de este nombre, situada en los faldeos del oriente, tuerce con dirección al poniente y se remonta por una empinada cuesta hasta llegar a las minas del Tofo.

Descripción de la mina.— Dos cerros de forma cónica, separados por un pequeño portezuelo, constituyen la mina. (Vista N.º 1) Un color gris violáceo, con variantes que llegan hasta el rojo, acusa la presencia del mineral desde la superficie misma del terreno.

El estudio de don Javier Gallarillas Matta sobre «La industria siderúrgica y las minas de hierro» reprod las siguientes informaciones extractadas de un artículo que apareció en la revista «América e Industrias Americanas», de Febrero de 1913.

«El mineral es duro y pesado con todo el aspecto de una hematita o magnetita o una mezcla de los dos, según sea el sitio en donde se saque la muestra. En algunos lugares es algo esquistosa, pero su mayor parte es un mineral de grano fino, sin estructura especial, exceptuando los planos de juntura que se cortan casi en ángulo recto».



NÚM. 1.—MINA DEL TOFO, MAESTRANZA Y OTRAS INSTALACIONES

«Las únicas impurezas halladas han sido epidoto y actinolita. Ambos son silicatos básicos de calcio, magnesio y hierro, de fusibilidad media, y no pueden considerarse como impurezas de carácter muy refractario. Los agentes de la Compañía que se pasaron diez días examinando aquellos terrenos, no pudieron descubrir una sola pirita, y en cuanto al cuarzo se vió sólo raras veces. En dos o tres sitios hay óxidos de cobre, pero en venas muy estrechas y capas que podrán ser fácilmente retiradas al extraer el mineral».

En el informe sobre la siderurgia en Chile, de los señores Avalos y Yunge, se indica el siguiente análisis completo de una muestra grande de mineral:

Peróxido de fierro	84,00 %
Protóxido " "	13,11 %
Alúmina	1,80 %
Sílice	0,80 %
Agua combinada	0,75 %
Cal y magnesia	indicios
Oxido de manganeso	0,055%
Acido sulfúrico	0,05 %
Acido fosfórico	0,089%

lo que corresponde, en otra forma, a:

Fierro metálico	69,00 %
Manganeso	0,04 %
Azufre	0,02 %
Fósforo	0,039%

El mineral del Tofo, por su elevada ley de fierro y su notable pureza, podría, como lo indica el señor Gandarillas, aprovecharse en la elaboración de fierros especiales que tienen una mejor cotización en el mercado. No obstante, según me lo expresó el señor Gerente, la Compañía Bethlehem se propone mezclar estos minerales con otros, procedentes de Cuba, que, aunque mucho más pobres en fierro, presentan algunas condiciones que hacen muy recomendable la mezcla para los efectos de la fundición.

Hasta la fecha no se conoce exactamente la cantidad de mineral que encierra el yacimiento. La Sociedad Altos Hornos de Corral, al adquirirlo, aceptó como probable la existencia de 42.000.000 de toneladas, limitándose a cubicar la parte visible y la que resulta de suponer un cuerpo engendrado por una recta con inclinación de 45° que siguiera el contorno de afloramiento exterior. Exploraciones posteriores, a mayor profundidad, permiten asegurar que esa cifra representa una fracción pequeña del depósito, cuyo verdadero valor alcanzaría, en opinión de algunos, a 200 millones de toneladas.

Desde las cumbres próximas a la mina se puede divisar la Caleta Cruz Grande, donde se construyen las obras destinadas a trasbordar los minerales del ferrocarril a los vapores. La distancia entre la mina y la Caleta no excede de 7 Km. en línea recta, y la diferencia de cota se aproxima a 70 m.

Se comprende, con lo dicho, que esta mina por la calidad y la abundancia de sus minerales, por la facilidad para extraerlos, ya que están en descubierto superficialmente, y por estar situada tan vecina a la costa, reúne condiciones excepcionalmente favorables para su explotación.

Plan de explotación. He creído útil hacer algunas consideraciones que

permitirán apreciar el criterio de la Compañía Norteamericana al trazar el plan general que determinó las líneas principales de las obras en construcción.

Por un contrato de 4 de Enero de 1913, la Sociedad Altos Hornos de Corral entregó en arrendamiento la mina a la Compañía Bethlehem, por un plazo de 90 años. El cánón anual estipulado comprende una cuota por tonelada de mineral que se extraiga y otra independiente de la explotación. La primera es de 0,10 dollars durante los 15 primeros años, desde 1913 a 1927, crece después a razón de 2 ½ centavos oro americano por cada 5 años, y queda invariable en 0,325 dollars a partir de 1968. La segunda cuota, o fracción del cánón anual, es de 75 000 dollars para el año 1913; 100 000 dollars para el 1914; 200 0000 dollars para los 33 años siguientes, es decir hasta 1947; sigue después aumentando 25 000 dollars por cada periodo de 5 años hasta llegar á 225 0000 dollars el año 1968, valor que se mantiene hasta el final.

Un contrato semejante estimula al arrendatario para intensificar la explotación de la mina tanto como le sea posible. En efecto, las dos partes que constituyen el cánón estipulado crecen como el tiempo y aconsejan, por consiguiente, extraer el máximo de minerales desde el primer momento. Al considerar, además, que una parte del cánón anual es fija e independiente del tonelaje extraído, se comprende que, también por esta circunstancia, conviene aumentar la extracción de minerales, pues con su aumento disminuye el gravámen y se incrementa la utilidad por tonelada extraída.

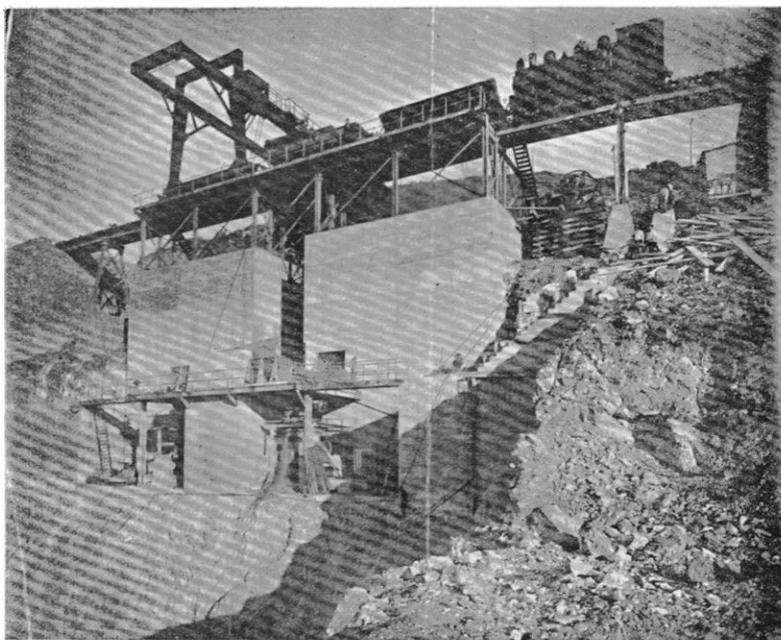
La Sociedad Francesa, con el objeto de procurarse los minerales destinados a sus Altos Hornos en Corral, había construido un andarivel de 7 200 m. en conexión con una planta de chancadoras en la mina y con un gran muelle volante que permite cargar los minerales en los vapores colocados debajo. El andarivel tiene capacidad para 40 Tn. por hora y su costo aproximado, incluido el muelle, fué, según los señores Avalos y Yunze, de \$ 80.0 000 moneda corriente.

La Compañía Norteamericana, comprendiendo que estas instalaciones no satisfacían su conveniencia, inició la ejecución de las nuevas obras, sin perjuicio de utilizar las existentes para despachar algunas remesas de mineral a Estados Unidos, mientras fué posible obtener fletes marítimos, y después para acumular en la Caleta, junto al puente de embarque, la cantidad que el espacio permitía.

Las nuevas instalaciones.—El conjunto de las obras ha sido proyectado para un rendimiento de 5000 toneladas de mineral por día. Las vamos a considerar en el siguiente orden::

- 1.º Obras destinadas a la extracción y chancadura del mineral.
- 2.º Ferrocarril.
- 3.º Obras portuarias.
- 4.º Planta eléctrica.
- 5.º Otras instalaciones.

1.º **Extracción del mineral.**—Se empieza por disgregar el mineral con tiros de pólvora colocados en pequeñas galerías convenientemente ramificadas; se carga luego con palas automatrices en grandes carros de volcamiento lateral, capaces para 50 toneladas cada uno, y se conduce enseguida hasta las chancadoras por una línea férrea que con pendiente de 3º,11, más o menos, va desarrollándose por la falda cónica del cerro en una espiral de 7 700 metros. Esta línea, a medida que avance la explotación, deberá ir cambiando de lugar para mantenerse a una distancia conveniente de la pala. La ubicación de las galerías y la cantidad de pólvora de los tiros debe fijarse cuidadosamente para evitar perjuicios en la



NÚM. 2.—PLANTA DE CHANCADORAS

línea o en la maquinaria. Las galerías se trabajan con perforadoras de aire comprimido y dinamita. Hasta ahora se han empleado palas y locomotoras a vapor, con fogón a petróleo, que luego serán reemplazadas por otras eléctricas para corriente continua de 600 volts. Los carros van provistos de un dispositivo adecuado para efectuar su volcamiento, manejando una llave de aire comprimido.

La planta de chancadoras se encuentra instalada en el costado poniente de la mina. (Vista N.º 2). Comprende una chancadora de mandíbula, que efectúa la primera trituración de los minerales y los entrega, repartidos por gravedad, a dos

chancadoras giratorias, gemelas, de donde salen con una dimensión final no superior a 10 cm. y caen en un depósito labrado en la roca del cerro. Los carros pueden también volcarse en dos depósitos de concreto armado que comunican directamente con las chancadoras giratorias, dispositivo que tiende a evitar paralizaciones en la faena por descom-

postura de la chancadora de mandíbula y que hará economizar tiempo cuando las dimensiones del mineral extraído hagan innecesaria la trituración preliminar.

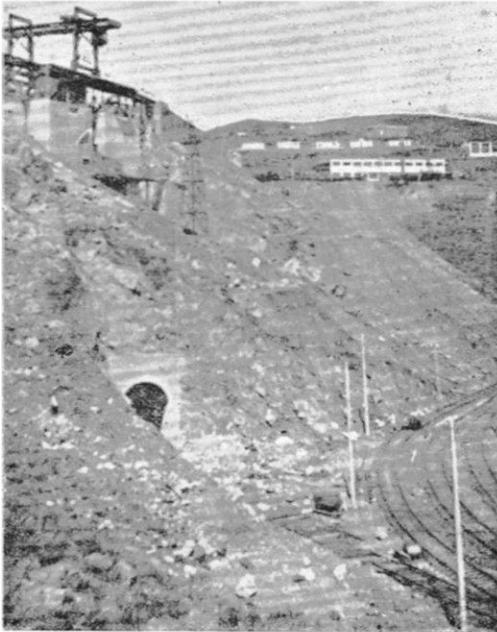
El depósito de mineral chancado, a que nos hemos referido antes, tiene, en el fondo, una serie de perforaciones, con sus respectivas compuertas, las que, al abrirse, hacen caer el mineral a los carros previamente colocados en un desvío en túnel que pasa por la parte inferior. (Vista N.º 3). El túnel está alumbrado eléctricamente y tiene una distribución de aire comprimido que permite la maniobra fácil de las compuertas.

La planta de chancadoras comprende además un viaducto, desde el cual se descargan los trenes con mineral en los depósitos de las chancadoras, un puente grúa y los motores eléctricos del caso, accionados por corriente trifásica de 2,300 volts.

Las instalaciones destinadas a la extracción y chancadura

del mineral, de que nos ocupamos en este primer párrafo, se encuentran casi terminadas. Por desgracia, en el primer ensayo se rompió una de las piezas principales de la chancadora de mandíbulas a causa de una fabricación defectuosa, según lo comprueban las muchas fallas que presenta el metal en la sección de ruptura.

2.º **Ferrocarril.**—La línea principal, partiendo desde la Caleta, se remonta con pendiente uniforme de 3%, desarrollándose con bastante dificultad por la-



NÚM. 3.—PLANTA DE CHANCADORAS Y ENTRADA AL TÚNEL. AL FONDO SE VE LA MAESTRANZA

deras y quebradas. La pendiente de 3% se mantiene hasta el kilómetro 21,500, interrumpida solamente en 4 puntos donde se han ubicado otros tantos desvíos a nivel, de 330 m., destinados al cruzamiento de los trenes. En el kilómetro 21,500 el ferrocarril se bifurca. La línea baja, que será recorrida por los trenes cargados de mineral o que se van en su busca, sigue, desde el punto de bifurcación, con pendiente de 1,5% y termina poco más allá del túnel situado bajo el depósito de las chancadoras. La línea del tráfico pasa, exteriormente, por el costado del túnel y empalma con el desvío que permite la circulación de los carros por su interior.

La segunda línea, más alta que la primera, sigue desde la bifurcación con la pendiente anterior de 3% y, después de pasar junto a las maestranzas, bodegas y talleres del Tofo, llega hasta el viaducto situado sobre las chancadoras, donde se une con la línea reservada para la circulación de los trenes en la mina.

Cada ramal de la bifurcación tiene, aproximadamente, una longitud de 2½ kilómetros.

Según esto, los trenes cargados que parten desde el túnel necesitan recorrer 24 kilómetros para llegar al puerto. La longitud del ferrocarril, incluyendo la bifurcación del alto, resulta de 26½ kilómetros, y toda la línea tendida, con los desvíos para cruzamiento de trenes, para el servicio del puerto y de la maestraza, llega a 30 kilómetros, sin incluir los 7,7 kilómetros de línea tendida en la mina.

Para obtener el desarrollo necesario de la línea, dados los accidentes del terreno, fué preciso ejecutar grandes cortes, casi todos en roca, y aceptar para las curvas un radio mínimo de 109 m.

En el contrato celebrado con los señores Slaughters & Ross para la construcción del ferrocarril, se estimó el cubo por remover en 987 500 m³, de los cuales el 90% correspondía a roca dura. Repartido este cubo en los 26½ kilómetros de línea de circulación da, como término medio, 37 m³ por metro lineal de vía.

Este ferrocarril, el más reforzado de cuantos hasta ahora se han construido en nuestro país, tiene las siguientes características: trocha de 1,435 m. (56½"); riel de 49,6 kg. por m. (100 lb. por yarda) y 10 metros de largo, sobre sillas de asiento; 1900 durmientes de roble por kilómetro cuyas dimensiones son 0,18 × 0,23 × 2,50 m.; eclisas de 37 kg. el par con seis pernos.

Para evitar el deslizamiento longitudinal se ha colocado en los trozos de mayor pendiente de la vía, cada 3 m. más o menos, un fierro encorvado, que toma por debajo la zapata del riel, en el cual se introduce una cuña, también de fierro, con el doble objeto de comprimir el contacto del fierro encorvado con la zapata y de servir como tope en el durmiente.

Las dos filas de rieles van con sus juntas alternadas.

El 64% de la línea principal está en recta y el 36% en curva; 9% en horizontal y 91% en pendiente. Vimos ya que la gradiente máxima es de 3% y el radio mínimo de las curvas de 109 m.

El desmonte en roca de los cortes, convenientemente chancado, ha servido para la lastradura.

Falta solamente lastrar algunos kilómetros para la completa terminación del ferrocarril. Su costo, sin incluir edificios, equipo ni la electrificación, es el siguiente:

Gastos de estudio, organización y dirección.....	119 800	dollars
Movimiento de tierras	748 635,87	»
Obras de arte.....	35 558,39	»
Superestructura de la vía	340 890,54	»
<hr/>		
Total.....	1 244 884,80	dollars

Reducido este total a nuestra moneda, se llega a 3 300 000 pesos oro de 18 d., en números redondos, y repartiendo este valor en los 26½ kilómetros de vía de circulación, nos da un costo de 124 500 pesos oro de 18 d. por kilómetro.

La electrificación del ferrocarril está ya terminada y hay 3 locomotoras eléctricas listas para el trabajo, que fueron sometidas a prueba durante mi visita.

El alambre-trole va suspendido por medio de postes de concreto armado, provistos de su correspondiente travesaño. Se va a emplear corriente continua con potencial de 2 400 volts. Las locomotoras eléctricas pesan 120 toneladas; miden 13,20 m. de largo por 3 m. de ancho, y van montadas sobre 4 ejes que forman un sistema de dos bogues articulados. Son del mismo tipo de las adoptadas con éxito en otros ferrocarriles norte americanos, tales como el Anaconda & Pacific, el Michigan Central y el Baltimore and Ohio Railroad. En cada extremidad hay un departamento para el maquinista con los dispositivos adecuados para el control del movimiento y de los frenos y con los aparatos indicadores necesarios: volmetros, amperímetros, manómetros. El movimiento se origina por medio de 4 grandes motores eléctricos para corriente continua de 1 200 volts, debiendo dos de ellos, a lo menos, permanecer acoplados en serie, y pudiendo, a voluntad del maquinista, conectarse totalmente en serie o, por series de a dos, en paralelo. Al voltaje de régimen tienen, en conjunto, una potencia de 1 200 HP. El campo de estos motores puede ser excitado con un pequeño generador que los hace actuar también como generadores cuando los trenes de bajada se mueven por gravedad, obteniéndose un doble beneficio: aumento de las resistencias, que ayuda el frenaje de los trenes, y devolución de corriente a la línea. En el cuerpo central de la locomotora existe un compartimento, con ventilación abundante, para los reóstatos y otro compartimento especial para los aparatos de alta tensión: fusibles, conmutador de desconexión, etc. Existe, además, el motor generador que proporciona la corriente, de que ya hablamos, para excitar el campo de los grandes motores, y trabaja también como ventilador, provocando la ventilación

forzada de esos motores. El toma corriente está formado por un trole pantógrafo que se puede levantar hasta obtener el contacto con el alambre-trole.

Para el transporte del mineral chancado se emplean carros-tolva, de fondo giratorio, con capacidad para 13 m³ y para 50 toneladas y con un peso muerto de 22,5 toneladas.

El organismo de frenaje permite al maquinista aplicar el aire comprimido sobre el tren y la locomotora conjunta o separadamente. Mientras la locomotora regenera corriente, los frenos se aplican solamente al tren. Los carros están provistos de una doble instalación de aire, a fin de que, hecha la conexión en buena forma, el frenaje sea el adecuado a la situación del carro, según vaya con carga o de vacío.

El maquinista puede manejar una válvula de aire que provoca, automáticamente, la caída del fondo giratorio de los carros cuando se desea vaciar su contenido.

Una locomotora, arrastrando un tren con peso máximo de 405 toneladas (18 carros vacíos), puede subir, desde la Caleta hasta las chancadoras, en una hora y 35 minutos; y con un tren de 1 500 toneladas (20 carros cargados) puede hacer el trayecto inverso en una hora y 20 minutos.

Los trenes de bajada circularán con una velocidad de 18 kilómetros por hora, pudiendo las locomotoras, a esta velocidad, regenerar energía eléctrica a razón de 1 000 kilowats.

Para el mejor aprovechamiento de esta energía regenerada es preciso formar los itinerarios de manera que simultáneamente con el tren que baja, circule otro de subida.

3.º Obras portuarias.—La dársena y el muelle de embarque son los elementos constitutivos de estas obras. (Vistas núms. 4 y 5).

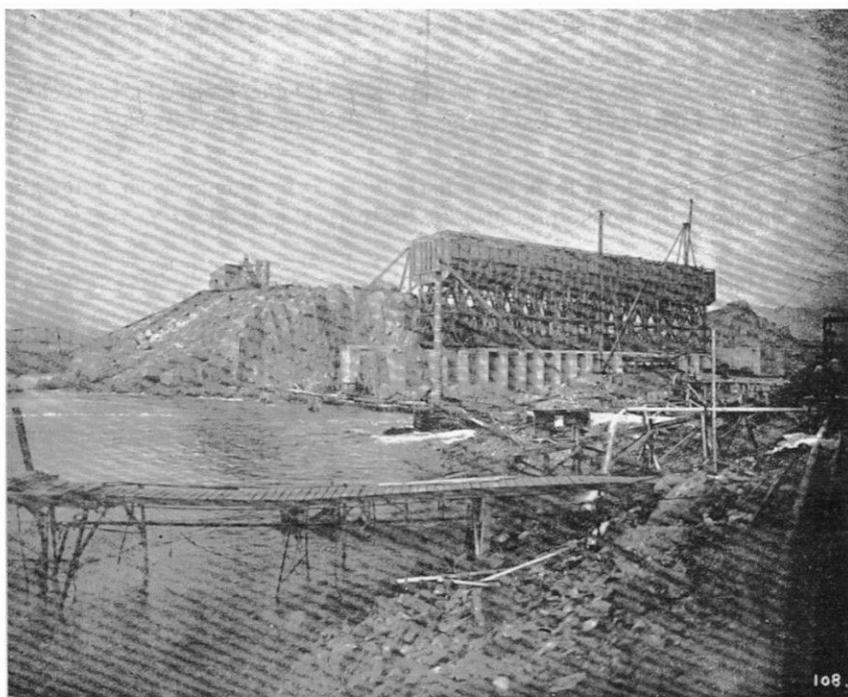
En la extremidad sur de la Caleta, embutida en la ribera, está la dársena de 270 m. de largo, 72 de ancho, con su piso a 12 m. bajo el nivel de aguas mínimas.

Naturalmente, dentro del mar, será necesario dragar la entrada a la dársena hasta la misma cota - 12 m. La ejecución de la dársena se comenzó haciendo la escavación correspondiente en la ribera, que resultó formada de una roca mucho más compacta de cuanto pudo suponerse. Por esta circunstancia ha sido posible trabajar en seco, y sin agotamientos apreciables, toda la parte situada fuera de la acción de las mareas e introducirse aún en esta zona, construyendo al frente un pequeño muro de concreto para retener las aguas. La escavación se ha trabajado con perforadoras de aire comprimido y dinamita y estaba ya casi terminada cuando fui a visitarla.

El dragado bajo las aguas del mar marcha con mayor lentitud y se efectúa por medio de perforadoras de aire que pueden trasladarse verticalmente, guiadas como la masa de un martinete, y que toman apoyo en una armazón rectangular provista de 4 pilares de madera, los que también pueden desplazarse en dirección vertical, quedando todo el sistema a flote sobre las aguas o con la fijeza

necesaria para el trabajo de las perforadoras, según que los pilares estén suspendidos o apoyados en el terreno. La roca del fondo se disgrega con tiros de dinamita y se extrae por medio de dragas.

Para proteger el recinto de la dársena, se construye un molo rompe-olas cuya cresta se elevará hasta la cota + 4,60 m.



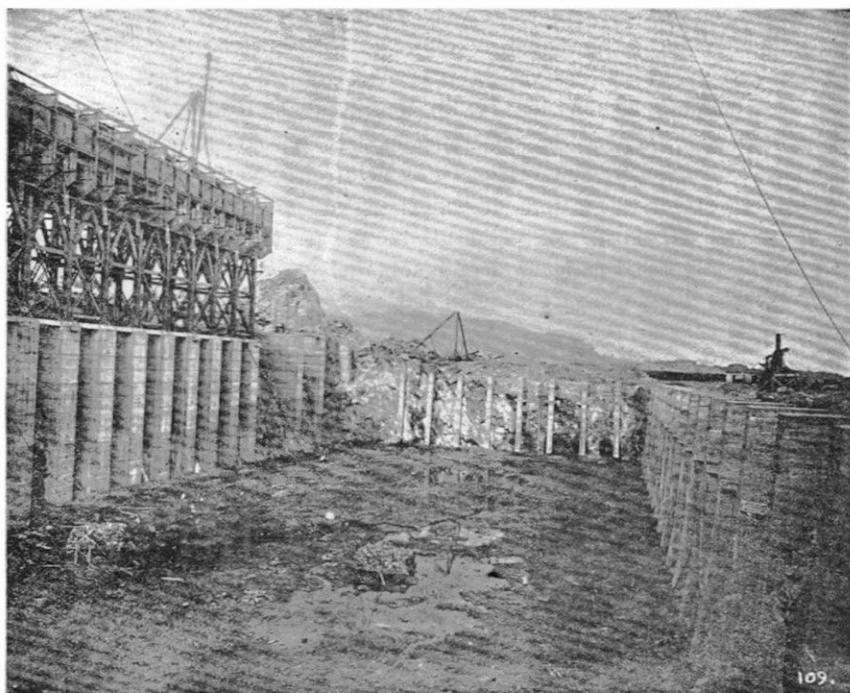
NÚM. 4.—ENTRADA A LA DÁRSENA

A lo largo, por el costado oriente de la dársena, está el muelle para cargar los minerales en los buques. (Vista núm. 6).

Es un puente de acero que parte de la cota + 9,75 y tiene 15 m. de altura, sobre el cual se asienta un depósito para minerales, de 103 m. de largo, 11 m. de alto y 16 m. de ancho, con capacidad para 30 000 toneladas de mineral. Este depósito tiene un tabique vertical y longitudinal en el centro que lo divide en dos compartimentos, cuyos pisos están inclinados a 40 grados para hacer escurrir el mineral hacia las compuertas. El movimiento de las compuertas se provoca con presión hidráulica, y el mineral, después de pasar por ellas, sigue por canales de fierro y cae, finalmente, en las bodegas del buque.

(1) El viaducto no aparece en las vistas 4 y 5, por no haberse comenzado cuando fueron tomadas.

Los trenes con minerales llegan por un viaducto de 240 m. a 3 desvíos colocados en la parte superior del muelle. (1) Dos de estos desvíos permiten vaciar los trenes directamente en cualquiera de los dos compartimentos longitudinales del depósito. El tercer desvío va a plomo de una plancha inclinada que hace caer los minerales al suelo, cuando el depósito está lleno, para elevarlos nuevamente después por medio de grúas.



NÚM. 5.—EXCAVACIÓN DE LA DÁRSENA

En el muelle y en el viaducto de acceso se ha reemplazado el alambre trole de la línea por un tercer riel que proporciona corriente a 1200 volts para el servicio de los trenes.

4.º - Planta Eléctrica.—Está instalada en un edificio de 37,80 m. por 19,50 m. de muy buena construcción.

El sitio adecuado para su ubicación debía estar lo más cerca posible del mar, a fin de obtener el agua para los condensadores a un precio razonable, y a suficiente altura para quedar resguardada de las tormentas marítimas. Se eligió el punto más abrigado de la caleta, colocando el piso principal a la cota 11,2 m. sobre la marea baja.

Tiene el equipo necesario para atender el laboreo y transporte de 5 000 toneladas de mineral por día, pudiéndose adaptar fácilmente para una explotación otro tanto más intensa. Cuenta, por el momento, con 4 calderos a petróleo; dos turbos generadores de 3 500 kilowats y uno de 300 kilowats; dos motores generadores de 1 000 kilowats cada uno; dos transformadores, de represa escalonada de 2 000 kilowats; un equipo vaporizador.

Para atender una explotación de 10 000 toneladas diarias bastaría agregar dos calderos, un turbo generador de 3 500 kilowats y otro de 300 kilowats, un motor-generador y un transformador de tipo igual a los existentes.

Los calderos se han instalado con su cuerpo fuera de la casa de máquinas, quedando solamente dentro de ella la parte frontal con todos sus organismos de control: indicador del nivel de agua, manómetros, mecanismos para regular el tiraje y la alimentación de petróleo, etc. Las chimeneas están formadas por tubos de acero, con tirantes, de 2,10 m. de diámetro y 37,50 m. de altura.

El empleo del petróleo se justifica tanto por razones económicas como porque presenta la ventaja de facilitar el mantenimiento de una presión constante en los calderos cuando, como sucede en este caso, el consumo de energía tiene variaciones importantes.

Antes de inyectar el petróleo, se eleva su temperatura, en calentadores de superficie, hasta que obtenga la viscosidad conveniente para su atomización. Se le comprime, en seguida, con bombas, hasta una presión de 100 o 150 libras, antes de enviarlo al fogón. En los calentadores se utiliza el vapor de escape, mezclado, si fuera necesario, con vapor del caldero, en proporción que se regula por medio de un termóstato.

Los turbo-generadores principales producen corriente trifásica de 60 ciclos y 2 300 volts. Parte de esta corriente actúa en los motores-generadores que proporcionan la corriente continua, a 2 400 volts, para el servicio del ferrocarril, y el resto va a los transformadores donde eleva su potencial a 22 000 volts y pasa después a la línea de transmisión que alimenta una planta secundaria construida en la mina.

El turbo generador más pequeño produce corriente también trifásica y de 60 ciclos, pero con potencial de 600 volts, que se utiliza en algunas instalaciones locales.

Las turbinas van provistas de condensadores de superficie, colocados frente a ellas, en el piso inferior de la planta.

El equipo vaporizador tiene por objeto destilar el agua del mar o la de muy mala calidad que viene de la mina, para la alimentación de los calderos. La condensación del vapor generado en los vaporizadores se efectúa en un calentador del agua que se dirige a los calderos. Por este y otros medios se ha obtenido la mayor economía en la destilación del agua.

5.º Otras instalaciones.—Mencionaremos, sin entrar en mayores deta-

lles, algunas instalaciones que, como auxiliares de las ya enumeradas o para satisfacer otros objetivos, se han ejecutado en la mina y en la Caleta.

En el Tofo debemos mencionar:

Una casa de fuerza con motores Diesel que se ha utilizado durante la construcción y que después servirá como reserva de la estación principal.

La maestranza, instalada al lado del ferrocarril, con la maquinaria y utilería suficiente para atender la conservación y reparación de los elementos de trabajo en las diferentes faenas.

La sub estación de fuerza que, como ya se dijo, está alimentada por la corriente que se trasmite, a 22,000 volts, de la Caleta. Esta corriente, reducido su voltaje a 2300 volts con los transformadores del caso, se utiliza en los motores de las chancadoras y de las bombas, en el alumbrado y en los motores generadores que proporcionan la corriente continua, a 600 volts, necesaria para las palas y que se empleará también en el ferrocarril de la mina, si llega a electrificarse. También se emplea la corriente a 2300 volts en las compresoras de aire cuyo producto va por cañerías a la mina, para el trabajo de las perforadoras, y al túnel para el manejo de las compuertas.

Hasta ahora solo se dispone del agua extraída con bombas de una mina abandonada en la Higuera, a unos 9 klms del Tofo. Como es bastante dura, ha sido necesario someterla a un tratamiento especial para que pueda ser empleada en los calderos y en los usos domésticos. Se la deposita en estanques abiertos de concreto para conducirla después por cañería a la mina, la población o la caleta.

Actualmente se efectúan reconocimientos buscando agua de mejor calidad en el llano situado al oriente de la mina. El pozo tenía cerca de 100 m. en los días de mi visita, y el agua de las filtraciones, aunque bastante buena, era insuficiente. Se proseguía con interés profundizando el pozo.

En la Caleta podemos citar como accesorios de la casa de fuerza:

Dos grandes estanques para petróleo de 25,50 m. de diámetro y 9,60 m de alto, y un tercer estanque con capacidad para 15 m³. En los estanques grandes se puede almacenar la provisión de combustible para un año. El petróleo para el gasto se extrae con bombas del estanque pequeño.

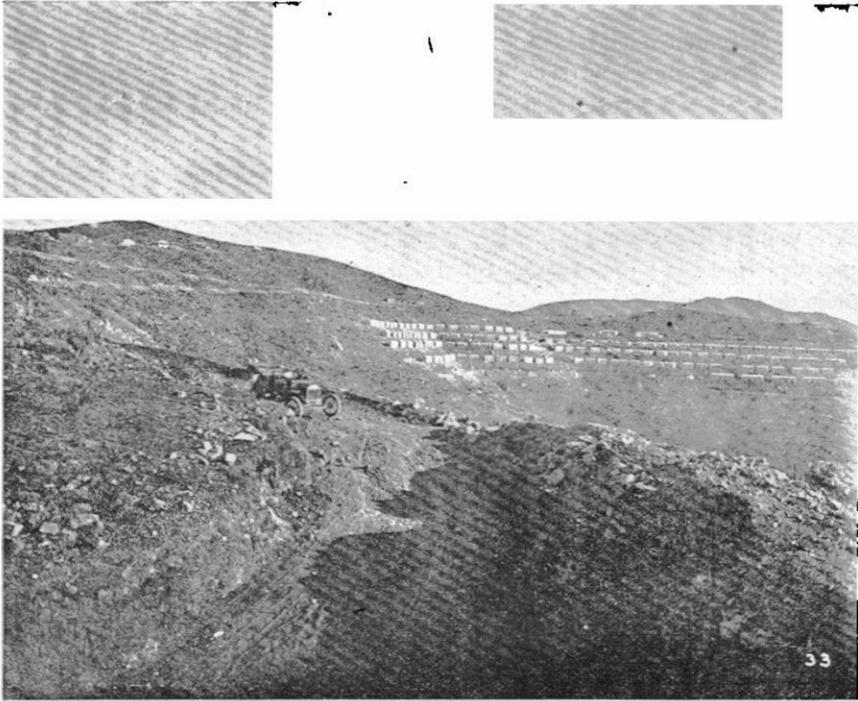
Una instalación de bombas que provoca la circulación de agua del mar a travez de los condensadores. Está situada a 210 m. de la casa de fuerza en un sitio donde las aguas no arrastran arena porque está naturalmente protegido y el piso es de roca. La construcción es bastante reforzada para resistir la acción del oleaje.

La población obrera en el Tofo (vista N.º 7) está situada en la falda oriente del cerro inmediato a la mina por el sur, y la forman 4 filas de casitas que siguen, aproximadamente, las curvas de nivel del terreno. Son de material ligero y, en general, aseadas.

A mayor altura, en el mismo cerro, se encuentran desparramadas las casitas para habitación del personal superior. Son de concreto armado; su estilo es sen-

cillo y armonioso y cuentan con instalaciones de calefacción y de toilette mejor dispuestas de lo que es frecuente en nuestras ciudades. Al rededor de ellas y en su interior, se cultivan pequeños jardines, a pesar de las dificultades para obtener el agua.

Las oficinas de la administración están situadas en una altura próxima a la mina, con vista despejada en todas direcciones. Entre las instalaciones del Tofo merecen especial mención, por su destino, el hospital y la escuela.



NÚM. 7.—POBLACIÓN DE TOFO

El personal dispone, para distraer sus ocios, de un club, una cancha de palitroques y otra de lawn-tennis.

La población obrera en la Caleta es más reducida y se compone de casitas de madera, semejantes a las de la mina.

En los campamentos construidos por los contratistas de la dársena para sus trabajadores, se puede notar bastante miseria y desaseo, a pesar de que, según se me aseguró, la compañía Bethlehem había exigido, en repetidas ocasiones, su mejoramiento.

He creído oportuno agregar algunas consideraciones sobre el aspecto financiero de la negociación.

Vimos que durante 33 años, a partir de 1915, la Compañía Bethlehem debe pagar un cánon de arrendamiento anual de 200 000 dollars, más una regalía variable entre 0.10 y 0.20 dollars por tonelada de mineral exportado.

Concluidas las nuevas obras y restablecida la normalidad en los fletes marítimos, se podrán extraer de la mina 5 000 tons. de mineral por día, o sea, 1 500 000 tons. anuales.

Si consideramos solamente el valor mínimo de la regalía, llegaríamos a un precio anual para el arrendamiento de 350 000 dollars.

Se me aseguró que el costo de las obras en construcción ascenderá, aproximadamente, a unos 6 000 000 de dollars.

El interés y amortización de este capital, estimado en 6%, representa un gasto de 360 000 dollars por año.

Según esto, la explotación de la mina, si la negociación es acertada, debe ser capaz de proporcionar anualmente 710 000 dollars, además de lo necesario para cubrir los gastos directos de explotación y remunerar debidamente al empresario.

El señor Gandarillas Matta en su estudio sobre la Industria Siderúrgica, a que ya nos hemos referido anteriormente, establece la utilidad por tonelada de mineral en la siguiente forma:

GASTOS:

Arranque, explosión	1,00	fr.	
Quebrantamiento y acarreo	0,20	»	
Transporte al puerto	0,50	»	
Embarque	0,50	»	
Cánon	0,80	»	
Gastos generales y amortización	0,75	»	
Imprevistos	0,625	»	
	<hr/>		
	4,375 =		3 s. 6 d.
Flete marítimo hasta New York, incluyendo los derechos del canal			10 s. 3 d.
Desembarque en New York y flete por F. C. hasta Bethlehem			2 s. 4 d.
			<hr/>
Costo por tonelada			16 s. 1 d.
VALOR de una tonelada de mineral con 66% de ley puesto en Bethlehem	27 s.	3 d.	
UTILIDAD por tonelada			11 s. 2 d.
	<hr/>		<hr/>
	27 s.	3 d.	27 s. 3 d.

En el detalle anterior de gastos, las partidas correspondientes a cánon y a gastos generales y amortización, están comprendidas, si no totalmente, con defecto insignificante, en los 710 000 dollars consultados para el pago del arrendamiento y el servicio del capital invertido.

Tendríamos, así, que el costo directo de una tonelada de mineral, puesta a bordo, sería de 2 825 frs.

Cabe todavía observar que el presupuesto de gastos del señor Gandarillas se funda en una explotación de 10 000 ton. diarias; pero, eliminados ya los gastos indirectos, el costo unitario experimentaría variaciones muy pequeñas con la intensidad de la explotación.

Parece, en definitiva, que el costo directo será alrededor de 3 frs. o 2 s. 5 d. por tonelada.

La Sociedad Altos Hornos de Corral estimaba esta cifra, para una producción de 500 000 tons. anuales, transportadas por el andarivel, en 2,63 francos. (Informe de los señores Avalos y Yunge).

El flete marítimo hasta New York podrá exceder de los 10 s. 3 d. que se le ha asignado, aún prescindiendo de la influencia de la guerra actual, difícil de valorizar en cantidad y duración.

En efecto, el 30 de Abril de 1914 la Compañía Bethlehem celebró un contrato con la firma Watt, Watt & Co., Ltd. que fijaba un valor de 13 s. 6 d. para el flete de una tonelada de mineral entre Cruz Grande y New York, incluyendo el costo del embarque en el primer puerto y del desembarque en el segundo. El mismo contrato facultaba a la empresa porteadora para utilizar en el carguío o la descarga las instalaciones de la Bethlehem en ambos puertos, rebajandose del flete convenido 1 s. por tonelada, si se utilizaban las instalaciones de Cruz Grande, y 0,35 dollars por el uso de las de New York. En conformidad a este contrato se alcanzaron a transportar algunas pequeñas partidas de mineral.

Un contrato posterior, que suponía la construcción de barcos especiales, fijaba precios algo inferiores, próximos a 12 s. 3 d., según se me informó. Este contrato no alcanzó a entrar en vigencia a causa de la guerra.

En cuanto al valor de 27 s. 3 d. atribuido a la tonelada de mineral puesto en Bethlehem, aunque corresponda muy exactamente a una época pasada, habrá de experimentar alteraciones considerables, difíciles de precisar.

Mucho nos expondríamos a errar si, en tiempos como los actuales, quisiéramos predecir para el futuro, y sería inoficioso, empeñarse en obtener con exactitud las condiciones del pasado.

Siu pretender lo uno ni lo otro, nos bastará, para nuestro propósito, establecer algunas cifras, con la aproximación del caso, que permitan formarse una idea de las expectativas del negocio en su origen.

Si, fundados en la documentación anterior, aceptamos que una tonelada de mineral puesta en Bethlehem ocasiona un gasto de 17 s. y tiene un valor de 27 s. 3 d., la exportación anual de 1 500 (X) tons. proporcionará una utilidad líquida

superior a 3 100 000 dollars, una vez descontados los 710 000 dollars del arrendamiento y servicio del capital.

Se ha prestado a muchos comentarios el que una mina de esta importancia, capaz de producir a su dueño un cánón anual de 1 750 000 frs. y al arrendatario una utilidad líquida de 15.500,000 frs., fuera vendida, hace poco tiempo, a la Sociedad de los Altos Hornos de Corral, en la modesta suma de 60 000 frs.

Es indudable que el precio de venta fué *desproporcionado*. Sin embargo la animosidad que con tal motivo suelen despertar en nuestro país las compañías extranjeras debiera más justificadamente aplicarse a nuestra propia ignorancia.

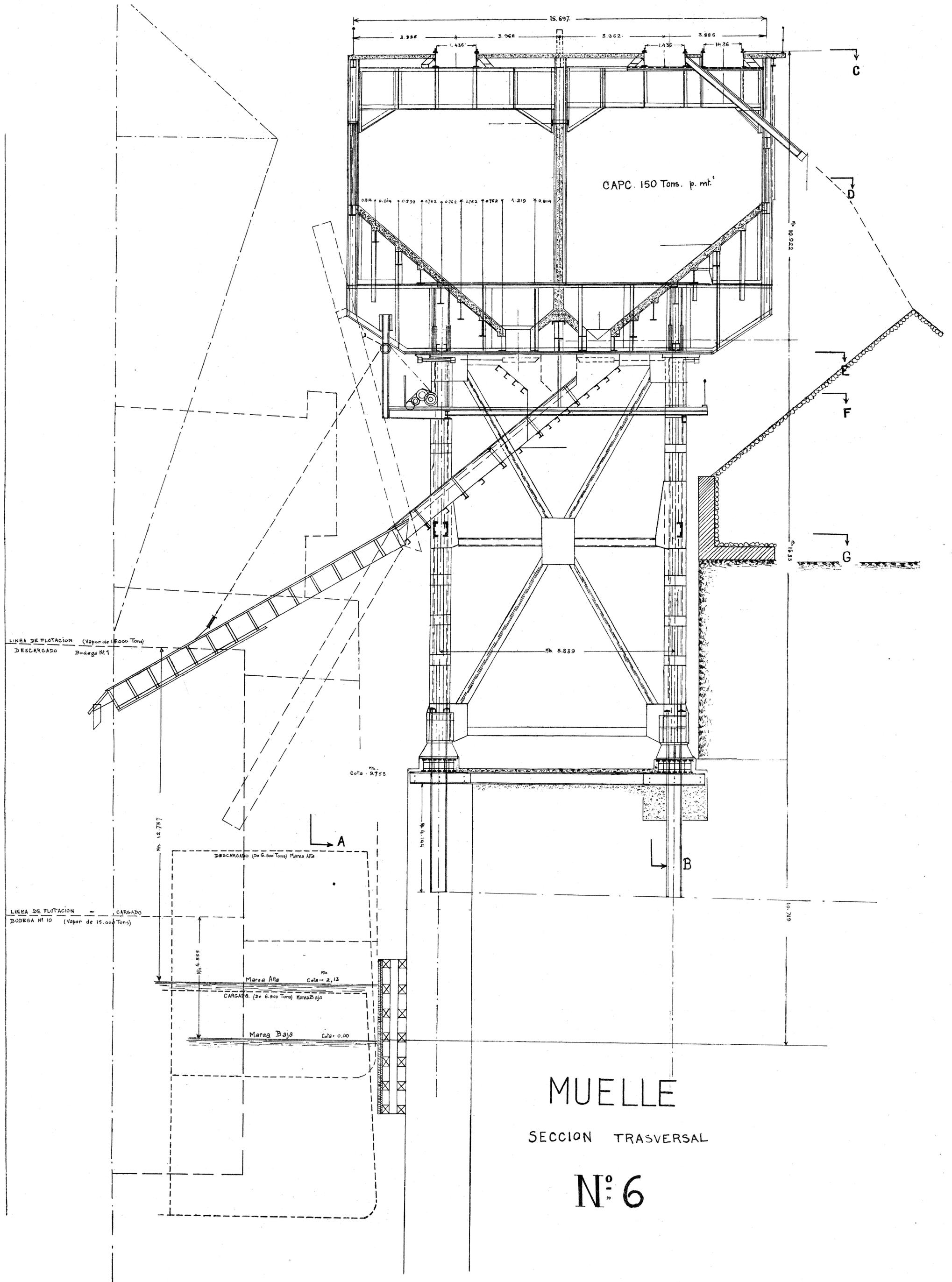
Las normas comerciales no son inspiradas en el altruismo y las transacciones solo resultan equitativas cuando las partes que intervienen saben defender sus legítimos intereses.

Las lecciones objetivas son las más provechosas, y la que en este caso hemos recibido es tan elocuente y de tanta aplicación en nuestro país que si la hemos aprendido terminaremos por agradecerla.

No podría dejar sin mencionar especialmente, en esta ocasión, las muchas atenciones recibidas durante mi permanencia en el Tofo.

El gerente, señor Merryweather, me hospedó en su casa, y tanto él como todo el personal de jefes, ingenieros y demás empleados de la Bethlehem, estuvieron siempre dispuestos para atender mis consultas.

Si hubiera logrado interesaros con mis informaciones, a ellos, y no a mí, debéis agradecerlo.



MUELLE

SECCION TRASVERSAL

N° 6