

# BOLETIN MINERO

## SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA

AÑO  
XLVI



VOL.  
XLII  
N.º 380



Provincia de Coquimbo.—Planta de concentración de minerales de cobre de "La Laja" de los señores Zepeda Hnos., construida con un préstamo de la Caja de Crédito Minero.

SANTIAGO  
— DE —  
— CHILE —

Diciembre 1930

DIRECCION  
MONEDA 759  
CASILLA 1807

**DISPONIBILE**

# BOLETIN MINERO

DE LA

## Sociedad Nacional de Minería

---

### SUMARIO

	Pág.
Don Mariano Riveros Cruz, Director General del Departamento de Minas y Petróleo . . . . .	755
El Departamento de Minas y Petróleo. Su organización . . . . .	756
La Caja de Crédito Minero. Exposición oficial de su Director, don Osvaldo Martínez C. . . . .	758
Reseña Geológica de la Provincia de Concepción aplicada a los materiales de construcción, por don Marín Rodríguez, Ing. Jefe de la Secc. Yacimientos Mineros del Departamento de Minas y Petróleo. . . . .	765
El Procedimiento de Lixiviación de Chuquicamata, (Chile), por Charles W. Eichrot. (Conclusión) . . . . .	778
Sección del Instituto de Ingenieros de Minas . . . . .	799
SECCION LEGISLACION.—Reglamento del Código de Minería. . . . .	801
Reserva para el Estado de las Refinerías de Petróleo y Carbones:	
1.—Informe de la Comisión de Agricultura del H. Senado, sobre el proyecto aprobado por la Cámara de Diputados y discusión general del proyecto . . . . .	802
2.—Segundo Informe de la Comisión de Agricultura del Honorable Senado. . . . .	806
3.—Discusión particular del proyecto en el Honorable Senado. . . . .	807
4.—Informe de la Comisión de Industrias y Comercio de la Cámara de Diputados . . . . .	821
5.—Discusión en la Cámara de Diputados de las modificaciones introducidas al proyecto por el Honorable Senado . . . . .	821
6.—Pronunciamiento del H. Senado sobre la supresión del artículo relacionado con los esquistos bituminosos . . . . .	835
7.—Texto definitivo del proyecto de Ley. . . . .	837
SECCION SALITRERA.—Ley N.º 4,863, Compañía de Salitre de Chile . . . . .	837
COTIZACIONES . . . . .	846
COTIZACION SEMANAL. . . . .	849
ESTADISTICAS DE MINERALES Y METALES . . . . .	852
ESTADISTICA DE LA INDUSTRIA COBRERA . . . . .	855
MERCADO DE MINERALES Y METALES . . . . .	860
PRODUCCION MINERA . . . . .	862
INDICE GENERAL DEL "BOLETIN MINERO" DE 1930 . . . . .	865





## BOLETIN MINERO

DE LA

## Sociedad Nacional de Minería

SANTIAGO DE CHILE

Director: Oscar Peña i Lillo

## DON MARIANO RIVEROS CRUZ

Director General del Departamento de Minas y Petróleo

Ocupa don Mariano Riveros Cruz un lugar prominente dentro de los organismos directivos de la minería nacional.

El señor Riveros nació en San Fernando, en el año 1897.

Cursó sus Humanidades en el Liceo de su pueblo natal, y completó sus estudios en el Internado Barros Arana de Santiago.

Recibido de Bachiller en Humanidades y Matemáticas, ingresó al curso de Ingeniería de Minas de la Universidad de Chile.

Siendo alumno universitario, fué designado Ayudante de las Cátedras de Química, Mineralogía y Geología de la Facultad correspondiente, y profesor de Mineralogía, Geología y Metalurgia de la Escuela de Artes y Oficios.

En 1922 se presentó a la Prueba de Grado, y después de un brillante examen, obtuvo su título de Ingeniero de Minas. Su memoria versó sobre un estudio geológico de la región carbonífera de Parga y otro sobre concentración de minerales de oro de la mina "Las Vacas". De acuerdo con el programa universitario, ambos trabajos fueron realizados en el propio terreno, durante los años 1921 y 1922, y merecieron la más alta aprobación de la Comisión examinadora respectiva.

En el ejercicio de su profesión, el señor Riveros ha sido Ingeniero de la Compañía Car-

bonífera de Parga, en la que dirigió varias operaciones de sondaje, para el reconocimiento de la zona carbonífera de propiedad de dicha empresa.

Durante dos años fué Director e Ingeniero Consultor de la Compañía Minera de "Las Vacas", donde tuvo una lucida actuación.

En 1927, el Supremo Gobierno lo designó Ingeniero Jefe de la Superintendencia de Salitre y Minas en Iquique. En los tres años y medio que desempeñó esta delicada misión, el señor Riveros demostró excelentes condiciones de esfuerzo y trabajo, revelando particularmente un gran espíritu organizador.

Durante esta permanencia en la zona norte, practicó detenidos estudios, no sólo respecto de la industria salitrera, sino también sobre la minería en general, y recopiló datos valiosos, emitiendo innumerables informes de verdadero interés.

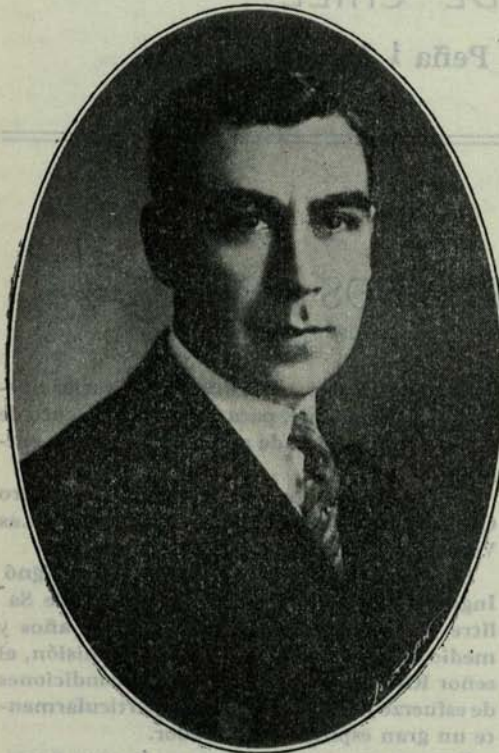
Aparte de esta meritoria labor, podría decirse oficial, el señor Riveros ha ejercido diversas actividades en la industria minera privada, ocupando en forma brillante numerosos cargos de responsabilidad.

En Octubre del presente año, el Supremo Gobierno lo llamó para confiarle la Dirección General del Departamento de Minas y Petróleo.

\*  
\* \* \*

Indudablemente que una de las aspiraciones más grandes de la minería nacional ha sido la organización del Departamento de Minas y Petróleo, es decir, de un servicio técnico de minas del Estado, destinado a orientar científicamente la producción de esta industria.

Aunque los Códigos de Minería de 1874 y 1888 facultaron al Presidente de la República para organizar el Cuerpo de Ingenieros de Minas del Estado, sólo en el año 1925, la Junta de Gobier-



DON MARIANO RIVEROS CRUZ

Director del Departamento de Minas y Petróleo

no que dirigía al país, creó este servicio, tantas veces reclamado por la Sociedad Nacional de Minería.

Se dictó, en efecto, el Decreto-Ley N.º 311, de 9 de Marzo de 1925. Pero, por desgracia, no se facilitaron los recursos necesarios, de modo que el Cuerpo desarrolló una escasa labor. Y más tarde, en virtud del Decreto N.º 1,494, de 23 de Diciembre de 1927, se anexó a la Superintendencia de Salitre y Yodo, lo que importó lisa y llanamente la anulación del referido Cuerpo, pues, su personal se redujo y se dedicó

de preferencia a las cuestiones relacionadas con la industria salitrera.

Establecida la Caja de Crédito Minero, como entidad económica para suministrar recursos financieros a la explotación racional de los yacimientos, se hizo notar de modo más sensible la ausencia de un buen servicio técnico de minas del Estado, consagrado a verificar los estudios preliminares que sirven para resolver la concesión de préstamos.

El actual Gobierno, comprendiendo esta situación y en conformidad con su política de protección a la industria nacional, acordó el 19 de Agosto del presente año, segregar la Sección Minas de la Superintendencia de Salitre y Minas y ampliarla, confiriéndole el carácter de Departamento de Minas y Petróleo, dependiente del Ministerio de Fomento.

Si es verdad que este servicio no se ha organizado con los recursos suficientes y estables para llevar a cabo una obra vasta y completa, en cambio, el Gobierno ha tenido el acierto de colocar al frente de su dirección a don Mariano Riveros Cruz, profesional inteligente, preparado y de larga práctica administrativa, que sabrá trazar los rumbos del nuevo organismo y obtener los frutos provechosos que de él espera la minería nacional.

## DEPARTAMENTO DE MINAS Y PETROLEO. SU ORGANIZACION

MINISTERIO DE FOMENTO

Decreto N.º 2169, Santiago, 19 de Agosto de 1930

En uso de las facultades que me otorga la Ley N.º 4795 de 22 de Febrero último,

DECRETO:

El Servicio de Minas que actualmente forma parte de la Superintendencia de Salitre y Minas del Ministerio de Hacienda, constituirá el Departamento de Minas y Petróleo y dependerá del Ministerio de Fomento.

La fecha, planta y remuneración del nuevo Departamento serán determinados por decretos especiales.

Tómese razón, comuníquese, publíquese e insértese en el Boletín de las Leyes y Decretos del Gobierno.

C. Ibáñez C.—Edecio Torreblanca.—Julio Philippi.

Santiago, 14 de Octubre de 1930.

S. E. Decretó hoy lo que sigue:

Núm. 2424.—Visto lo dispuesto en el decreto con fuerza de ley N.º 2169 de 19 de Agosto ppdo., dictado por el Ministerio de Fomento, en uso de las facultades extraordinarias concedidas por la ley N.º 4795, de 22 de Febrero último,

DECRETO:

1.º El Departamento de Minas y Petróleo constará de una Dirección y de las Secciones de "Yacimientos Mineros" y de "Carbón y Petróleo", con el siguiente personal de planta:

DIRECCION

	Grado	\$
Un Director	3º	48,000
Un Secretario Abogado	6º	30,000
Un Estadístico	13º	12,000
Un Dibujante	15º	10,200
Un Oficial Primero	16º	9,600
Un Oficial Segundo	20º	7,200
Un Dactilógrafo	24º	4,800
Dos Porteros, con \$ 3,600 c/u..	26º	7,200

SECCION YACIMIENTOS MINEROS

Un Ingeniero Jefe	5º	36,000
Dos Ingenieros Primeros Regionales con \$ 30,000 c/u..	6º	60,000

Dos Ingenieros Segundos Regionales, con \$ 27,000 c/u...	7º	54,000
Un dactilógrafo.....	24º	4,800

SECCION CARBON Y PETROLEO

Un Ingeniero Jefe	5º	36,000
Un Ingeniero Primero Regional.....	6º	30,000
Un Ingeniero Segundo Regional.....	7º	27,000
Un Ingeniero Químico	9º	21,000
Un Guarda Almacén de Materiales de Sonda.....	16º	9,600
Un Dactilógrafo	24º	4,800

El Secretario del Departamento lo será a la vez del Consejo de Fomento Carbonero, sin mayor remuneración.

2.º El gasto que demandará el pago de los sueldos de este personal durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del presente año, ascendentes a ciento tres mil cincuenta pesos (\$ 103,050) será de cargo de la Caja de Fomento Carbonero.

3.º La Caja de Crédito Minero y la de Fomento Carbonero conjuntamente con sus respectivos Consejos, dependerán en lo sucesivo, para los efectos de su relaciones con el Gobierno, del Ministerio de Fomento.

Tómese razón, comuníquese, publíquese e insértese en el Boletín de las Leyes y Decretos del Gobierno.

C. Ibáñez C.—Luis Matte L.—Julio Philippi.



Como resultado de estos estudios, la Caja... (The text is mirrored and largely illegible due to the image's orientation and bleed-through.)

## LA CAJA DE CREDITO MINERO

EXPOSICION OFICIAL DE DON OSVALDO MARTINEZ C., DIRECTOR DE LA INSTITUCION

La aguda baja del precio del cobre en los últimos meses ha dado un nuevo motivo a que las actividades de la Caja de Crédito Minero sirvan al eterno comentario de los que se dicen entendidos en la materia y que por desgracia forman legión en tiempos de crisis y desocupación.

Organizada la Caja, las críticas y censuras se dirigieron a lo que cada uno estimaba que la Caja debía hacer. Producida la crisis más fuerte que el precio del cobre ha visto en los últimos 40 años, los mismos críticos condenan ahora lo que la Caja ha hecho. Pero ninguno tiene la valentía de confesar que si la Caja hubiera seguido sus consejos y no hubiera obrado con la prudencia que han informado sus actividades, hoy día estaría liquidada por haber perdido su capital.

Entre tanto la campaña sorda que en su contra ha debido soportar la Caja desde su fundación, por lo que no hace o por lo que hace, sigue su obra destructiva y de desprestigio, que es el fin fundamental que se persigue.

Los impugnadores de la Caja han desarrollado sus mayores energías para criticar el programa de la Caja, llevando hasta los poderes públicos, directamente o por el anónimo, sus cargos y sus quejas.

En realidad, hay un cargo grave que hacer a la Caja: se ha desentendido del optimismo que siempre domina en esta clase de negocios, para encuadrar sus actividades dentro de las normas técnicas que en otros países han dado como resultado la prosperidad de la industria. No se ha querido hacer de la Caja una institución de beneficencia, sino un organismo productor cimentado sobre bases sólidas. Para ello ha sido necesario y previo, desarrollar una labor de estudio en cada mina, estudios que no existían y que la Caja necesitaba para basar su programa sobre fuentes propias de información y no sobre toneladas cubicados en la mente de cada cual. Hoy día la Caja sabe a ciencia cierta lo que hay en cada rincón del Norte, y si sólo fuera éste el resultado obtenido, debería darse por muy bien empleado el dinero que se ha invertido.

En su última sesión, el Consejo me dió el encargo de hacer una exposición pública de antecedentes, destinada a presentar en forma clara la labor que la Caja ha desarrollado, a fin de que cualquiera persona pueda juzgar tanto la veracidad de las versiones circulantes como la situación de la Caja en estos momentos.

Para mayor claridad vamos a dividirla en las siguientes partes, dejando constancia que estas explicaciones van dirigidas al público contribuyente, ya que los fondos de la Caja llevan envuelta la garantía del Estado y es a ese público a quien debemos considerar como tribunal superior.

- 1) Que es lo que hasta hoy ha hecho la Caja.
- 2) Programa futuro.
- 3) Escasez de minerales.
- 4) Baja del precio del cobre.
- 5) Falta de capital.
- 6) Algunas críticas que se hacen a la Caja.

### 1) QUE ES LO QUE HASTA HOY HA HECHO LA CAJA

Las operaciones realizadas hasta ahora por la Caja pueden clasificarse en los grupos siguientes:

- a) Estudio de las minas de las provincias del Norte;
- b) Préstamos para explotación de minas e instalación de planteles de beneficio;
- c) Instalación de planteles regionales de beneficio de minerales de cobre, oro y plata; y
- d) Compra de minerales para su beneficio en estos planteles.

a) ESTUDIO DE LAS MINAS.—Durante dos años y medio los ingenieros de la Caja han hecho estudios completos, especialmente desde el punto de vista comercial, de la mayor parte de las minas de las provincias del Norte del país, con el objeto de localizar las bases mineras para el fomento de la producción.

Como resultado de estos estudios, la Caja



dispone hoy del conjunto más completo de antecedentes e informes que existe sobre las minas del país. Estos informes son de inmenso valor: 1) porque servirán de base para la futura política minera que el Estado debe desarrollar; 2) para el conocimiento del público que especula o invierte su dinero en empresas mineras, y 3) para el conocimiento de las reparticiones fiscales, como la Inspección de Sociedades Anónimas, destinadas a la protección de los accionistas.

b) PRESTAMOS.—Los préstamos concedidos por la Caja han sido hechos estrictamente de acuerdo con la Ley, lo que equivale a decir que sólo se han autorizado cuando han contado con las rígidas garantías que la Ley y su Reglamento exigen.

Agrupados por substancias los préstamos hechos hasta la fecha son los siguientes:

Oro .....	\$ 1.410,000
Plata.....	2.050,000
Cobre.....	5.176,000
Azufre.....	1.200,000
Cuarzo.....	220,000
Mármol.....	300,000
	<hr/>
	\$ 10.356,000

El monto de las garantías afectas a estos préstamos está compuesto por el valor que representa la utilidad que dejarán los minerales cubicados, después de su explotación y beneficio, por las maquinarias, propiedades raíces, etc. y asciende a varias veces el valor de los préstamos.

Que algunos de estos negocios se vieran afectados por la crisis aguda de los precios era inevitable. Sin embargo, puede asegurarse que la Caja no ha sido afectada en manera grave, en primer lugar porque el monto de estas operaciones no es considerable y en segundo lugar porque las garantías y los plazos de amortización le permiten a la Caja esperar un mejor nivel de precios.

Y prueba de ello es que hasta hoy la Caja no se ha visto obligada a iniciar sino dos ejecuciones por un total conjunto inferior a \$ 400,000. Uno de los casos fué anterior a la crisis y obedeció a razones que afectaron la responsabilidad general del deudor y el otro caso de ejecución lo acaba de ordenar el Consejo, a la falta de pago del primer dividendo, por no merecerle confianza la administración desordenada y descuidada del dueño. Sólo el segundo de estos negocios es de cobre.

En el caso de la fundición de Guayacán, que

se ha comentado como operación ruinosa, es necesario saber que la Compañía propietaria no cumplió su programa de trabajo y la Caja le suspendió su crédito sin que alcanzara a hacer uso del total de su préstamo. La Caja tiene en garantía todas sus propiedades en Guayacán y los minerales comprados, con lo cual, a lo menos, está cubierta de la suma invertida. Pero la Caja tiene el proyecto de financiar este negocio tan pronto disponga de capital. En párrafo aparte nos referimos más en extenso a este negocio.

c) PLANTELES REGIONALES.—A base de los estudios hechos por los ingenieros de la Caja y después de un cuidadoso examen comparativo de los diversos centros mineros de las provincias de Coquimbo y Atacama, se acordó la construcción de tres planteles de flotación con capacidad de 100 toneladas diarias, uno en El Salado, cerca de la estación del mismo nombre en el departamento de Chañaral; otro en Punta del Cobre, a poca distancia de la estación de Tierra Amarilla, en el departamento de Copiapó, y el tercero en Tambillos vecino a esta estación, en Coquimbo.

En esos momentos el precio del cobre estaba a 18 centavos y se calculó que con una baja a 14 centavos siempre habría base en desmontes y disfrutes suficientes para que cada planta trabajara a plena capacidad durante dos años, a lo menos, mientras las minas se ponían en situación de producir nuevos minerales mediante un programa de habilitación que para cada mina tributaria tiene estudiado la Caja.

No estaba en la previsión de la Caja ni de nadie que el cobre bajara a menos de 10 centavos y en esa circunstancia ha debido esperar el momento oportuno para iniciar la explotación definitiva de las tres plantas, manteniendo entre tanto la compra de minerales.

La construcción de estos planteles, que duró un año, desde que se dió la orden de compra de sus maquinarias, se hizo dentro de los plazos y presupuestos fijados al proyectarlos. Iniciaron su marcha en el mes de Octubre último, pero por la causa ya dicha de la baja del cobre, que ha traído una reducción de la producción de las minas, ha habido que paralizar temporalmente los de El Salado y Tambillos, y sólo el de Punta del Cobre sigue funcionando. Entre tanto se hará la habilitación de las minas, de acuerdo con el plan proyectado.

Los resultados de la flotación en estos planteles son iguales y en algunos casos superiores a los que se esperaban.

d) COMPRA DE MINERALES.—La marcha

de estos establecimientos de flotación se ha basado en la compra de minerales de baja ley y el auxilio que de esta manera han prestado a los mineros es de importancia indiscutible, principalmente en estos tiempos de bajos precios del cobre.

Los minerales comprados y liquidados por dichos planteles desde que se inició la compra en Abril de 1930 hasta el 31 de Octubre último se indican en seguida:

#### EL SALADO:

Tonelaje 1,876; Ley media, cobre 4,03%; oro 9,3 gr.; plata 16 gr.

Valor pagado \$ 105.500,20.

Cotización máxima del cobre, 15,275 cts.

Cotización mínima del cobre, 9,275 cts.

Cotización media, 13,435 cts.

#### PUNTA DEL COBRE:

Tonelaje 9,336; Ley media, cobre 3,09%; oro 4,7 gr.; plata 5 gr.

Valor pagado \$ 287,611,03.

Cotización máxima del cobre, 15,275 cts.

Cotización mínima del cobre, 9,275 cts.

Cotización media, 13,148 cts.

#### TAMBILLOS:

Tonelaje 2,981; Ley media, cobre 4,32%; oro, nada; plata 26 gr.

Valor pagado, \$ 112,507,52.

Cotización máxima del cobre, 15,275 cts.

Cotización mínima del cobre, 9,275 cts.

Cotización media, 12,417 cts.

A causa de la baja del precio del cobre, que ha afectado no sólo a los pequeños, sino también a los grandes productores del mundo, se ha reducido notablemente la compra de minerales. En cambio, esta reducción ha traído como consecuencia una importante producción de minerales de oro, que llega actualmente a cerca de 50 toneladas diarias entre El Salado y Punta del Cobre.

Conviene hacer notar muy claramente que la compra de estos minerales de concentración, constituye una producción completamente nueva en el país, porque minerales de tan baja ley jamás pudieron aprovecharse anteriormente y no tuvieron mercado ni entre los exportadores ni entre las fundiciones y sólo estos Planteles han podido pagar por ellos precios que permita a los mineros su explotación.

Aun ciertos minerales que se exportaban por su más alta ley, han podido ser comprados, a mejores precios, en competencia con los exportadores, que por este motivo no miran con simpatía la marcha de estos establecimientos.

## 2) PROGRAMA FUTURO

En conformidad a la Ley, la Caja continuará fomentando la producción minera por todos los medios que estén a su alcance.

Especialmente tratará de establecer nuevos planteles de flotación de minerales de cobre, oro y plata, con los dos objetos siguientes: 1) para aumentar la producción de las minas que tengan minerales adecuados a este procedimiento, y 2) para contar con la cantidad necesaria de concentrados que permitan asegurar la marcha de las fundiciones de cobre que se tienen proyectadas.

La instalación de fundiciones en las provincias del Norte estima la Caja que es, por ahora, el único medio de poder aprovechar los minerales de color u oxidados que abundan en las minas de esas provincias.

## 3) LA ESCASEZ DE MINERALES

Los beneficios que la Caja ha prestado a la minería no han sido tan generales como los mineros lo han esperado.

En realidad, no ha sido posible ir en ayuda de todos ellos, grandes o pequeños, porque las operaciones que la Caja está facultada a hacer exigen garantías que la gran mayoría de las minas no tienen.

Para la concesión de préstamos, la Ley obliga al minero a presentar una cubicación de minerales que sea suficiente para asegurar la devolución de los préstamos y, como se ha dicho, ocurre que la mayor parte de los negocios que se presentan no están en estas condiciones.

Es ésta la razón más importante, por la cual las operaciones de préstamos de la Caja han tenido que ser relativamente escasas y es por eso que su programa está encaminado al fomento indirecto por medio de planteles de concentración y de fundición.

## 4) BAJA DEL PRECIO DEL COBRE

La disminución de las cotizaciones del cobre durante la mayor parte del año en curso, ha tenido también como consecuencia no sólo una reducción sino que, puede decirse, una suspensión de nuevas operaciones de la Caja

relacionadas con el fomento de la producción de este metal.

Esta situación es, por lo demás, transitoria y no puede sostenerse indefinidamente porque el cobre que se consume, aún en este período de crisis, no podría producirse a tan bajos precios durante largo tiempo. En efecto, el costo de producción es actualmente mayor que el precio de venta para más del 50% de la producción mundial.

#### 5) FALTA DE CAPITAL DE LA CAJA

La falta de capital de la Caja ha tenido parte importante en la disminución de sus actividades y del fomento de la producción, hasta el extremo de que actualmente están paralizadas.

A cuenta de su capital de \$ 40.000,000 el Supremo Gobierno ha entregado hasta la fecha a la Caja, en diversas parcialidades, la suma de \$ 23.673,853 m/1. nominales, que ha distribuido así en tres años de labor:

PRESTAMOS (Art. 14 de la Ley) ..	\$ 10.356,000
PRESTAMOS (Art. 47 de la Ley) ..	500,000
TRES PLANTAS DE FLOTACION ..	4.500,000
(Regionales en Tambillos, Punta del Cobre y El Salado).	
CAPITAL DE EXPLOTACION	
PLANTAS .....	1,000,000
Existencias en bodega: repuestos, reactivos, combustibles, sacos, materiales de trabajo.	
STOCK DE MINERALES EN PLANTAS .....	700,000
(liquidados y por liquidar)	
DEPARTAMENTO TECNICO ....	900,000
Para su arrendamiento al público:	
1 planta de flotación portátil, 4 equipos de perforación y 2 equipos de desagüe. \$	600,000
Laboratorio Químico y Metalúrgico, reactivos, instrumentos	300,000
ADMINISTRACION .....	900,000
Sueldos personal y remuneración Consejo durante 40 meses, gastos generales, publicaciones, arriendos y útiles de oficina ..	
ESTUDIOS TECNICOS .....	1,575,000
Personal, Laboratorios, sueldos, viáticos y gastos de viaje de los Ingenieros y Ayudantes, salarios y gastos muestreos, ensa-	

yes y experiencias metalúrgicas, gastados en tres años desde Arica a Colchagua.

PERDIDA POR EMISION BONOS	2,724,000
	<hr/>
	\$ 23,155,000

#### 6) ALGUNAS CRITICAS QUE SE HACEN A LA CAJA

Vamos ahora a ocuparnos de dar respuesta a algunas de las críticas más importantes que se hacen a la Caja.

a) COMPRA DE MINERALES DE EXPORTACION.—Una de las quejas más generales de los mineros en contra de la Caja es que ésta no haya establecido la compra de minerales para la exportación en competencia con los que se dedican actualmente a este negocio.

Para comprar minerales de exportación es necesario antes que todo asegurar su venta en condiciones conocidas y tan favorables que permitan a la Caja pagar a los mineros mejores precios que los que actualmente están recibiendo.

Los compradores actuales son agencias o sucursales de grandes fundiciones en el extranjero y entregan los minerales que compran en condiciones especialmente favorables. Para que la Caja pudiera competir con ellos sería necesario que representara también a alguna de esas grandes empresas de fundición. Desgraciadamente para los mineros y para la Caja, todas las fundiciones del extranjero que por su situación pueden competir en la compra de los minerales chilenos, ya están representadas en el país.

En esta situación, si la Caja estableciera la compra de minerales de exportación, estaría obligada a venderlos a algunas de las fundiciones que ya tienen agentes en el país y su papel se reduciría al de un intermediario que lo único que haría sería recargar los gastos de compra, en perjuicio de los mineros, con el personal que se ocuparía en este operación.

Para que la Caja pudiera sustituir a los exportadores en la compra de minerales que se exportan, sería necesario que contara con una o más fundiciones en el país y este problema ha sido estudiado cuidadosamente por sus ingenieros y se confía en resolverlo con éxito cuando la Caja disponga de capital.

b) BENEFICIO DE MINERALES DE COLOR U OXIDADOS.—Otro de los cargos de importancia que se le hacen a la Caja es que hasta la fecha no haya establecido en el país plan-

teles para el beneficio de los minerales de color que son los que más abundan en las provincias del Norte.

Para contestar este cargo nos limitamos a hacer las siguientes preguntas:

a) ¿Es sólo Chile el país en que permanece sin solución el tratamiento de los minerales de color de las minas pequeñas de escasos tonelajes?

b) Si los procedimientos de beneficio de estos minerales son tan sencillos y conocidos y no cabe duda de que su implantación conduce al éxito, ¿por qué no hay actualmente ni una sola planta en el país para beneficiarlos por estos procedimientos?

c) ¿Por qué las empresas privadas no tienen estas instalaciones en explotación?

d) ¿Por qué se han abandonado, desde hace muchos años, plantas para tratar minerales de color por diversos procedimientos?

e) ¿Por qué empresas de poderosos recursos, como lo ha sido la Compañía Minera de Gatico, no ha logrado todavía, después de más de 20 años de tener este problema en mano, encontrar un procedimiento de tratamiento para el beneficio de los minerales de color de sus minas de Michilla, tan favorablemente situadas a las orillas del mar?

f) ¿Por qué se le exige a la Caja que ponga en práctica procedimientos de beneficio de minerales de color que han sido estudiados y abandonados por las empresas privadas?

g) ¿Por qué se le exige que viole las disposiciones de la Ley estableciendo procedimientos de beneficio que no han sido probados industrialmente con éxito comercial?

h) ¿Por qué si los procedimientos de separación electrostática y electromagnética que han dado origen a tanto ruido, no están establecidos con éxito comercial en ninguna mina de cobre, análoga a las chilenas, en otros países del mundo?

i) ¿Por qué si fuera tan sencillo encontrar procedimientos comerciales para el beneficio de los minerales de color, no se ha resuelto este problema de una manera definitiva ni aun en las grandes minas de Rhodesia en Africa?

j) ¿Por qué fracasaron ya hace años los procedimientos de lixiviación de los minerales de color en el distrito de Sierra Gorda, Antofagasta, mediante el empleo de las sales férricas, no obstante que este reactivo estaba al lado mismo de las minas?

k) ¿Por qué fracasó la fundición de Guayacán con su planta de lixiviación con ácido sulfúrico?

Se podrá decir que Chuquicamata y Potre-

rillos tienen establecido el procedimiento de lixiviación de sus minerales oxidados por medio del ácido sulfúrico y que siguiendo su ejemplo podría aplicarse a las pequeñas minas del país.

Para poder lixiviar los minerales por este sistema lo primero que se necesita es ácido sulfúrico barato y la Caja no ha olvidado este factor en el estudio de las fundiciones de cobre en el Norte del país. Debe tenerse presente, además que este procedimiento no es general y que minerales que contienen cal y hierro soluble, que son frecuentes en las minas, no se prestan para este procedimiento

No se podrá decir que las empresas particulares no tienen iniciativa, conocimientos, experiencia y capital y que por estos motivos no han llevado a la práctica los procedimientos para el beneficio de los minerales de color. Si éste fuera el caso, no se habrían establecido numerosos planteles de flotación de minerales que hoy existen en el país, a pesar de que los minerales sulfurados que son los únicos que se prestan para este sistema de beneficio, son más escasos que los de color. Fuera de las dos plantas de lixiviación de Chuquicamata y Potrerillos, no hay ninguna otra en el país que haya dado resultados comerciales. En cambio, existen veinte planteles de flotación de minerales, que se enumeran a continuación, por lo que no hay que extrañarse que la Caja haya seguido las mismas aguas:

El Teniente .....	20,000 tons. diaria
Potrerillos.....	20,000 > >
Disputada .....	600 > >
El Melón .....	450 > >
Caracoles .....	100 > >
La Poza.....	80 > >
Collahuasi .....	100 > >
Gatico .....	150 > >
Tocopilla .....	350 > >
El Inca.....	40 > >
La Paloma .....	30 > >
La Laja .....	30 > >
Farellón Vásquez .....	70 > >
Pajonales .....	70 > >
Soc. Nacional de Plomo...	50 > >
La Patagua.....	70 > >
Batuco .....	30 > >
El Sauce .....	30 > >
El Volcán .....	200 > >
La Carlota (construcción)	200 > >

c) COMPRA DE MINERALES EN LOS PLANTELES REGIONALES.—Se ha criticado a la Caja porque estableció la compra de minerales

en El Salado, Punta de Cobre y Tambillos, sin cubrir su precio.

Con el objeto de fomentar la producción minera y ayudar a las provincias del Norte en este período de crisis, para contrarrestar siquiera en pequeña parte sus efectos, la Caja inició la compra de minerales en los primeros meses del año en curso. Como los Planteles estaban entonces en período de construcción y la venta de los concentrados que producirían tendría que hacerse a largo plazo, no fué posible cubrir el valor del cobre comprado en las condiciones corrientes. A esto hay que agregar que la situación anormal del mercado del cobre no permitió hacer esta operación con ventaja y todas las gestiones que con este objeto hizo la Caja no dieron resultados favorables.

El precio medio de compra de estos minerales puede verse en el párrafo que se refiere a los Planteles regionales y es de 13 centavos para el conjunto de 15,000 tons. compradas. No ha llegado el momento para decir que esta operación ha producido pérdidas a la Caja porque aún no se han vendido los concentrados que, como se ha dicho, recién se están produciendo.

d) COSTO DE LOS PLANTELES REGIONALES.—Se dice también que estos planteles se han hecho a un costo mucho más alto que el de planteles similares de empresas privadas. Quienes hacen esta crítica probablemente no saben lo que en la práctica cuestan estas instalaciones, y es corriente ver calcular, a los que se dicen expertos, el costo de estos establecimientos, agregando un 10 ó 15% al costo de las maquinarias a bordo. Se olvidan que no se trata solamente de instalar las maquinarias y que un plantel se compone al mismo tiempo de un sinnúmero de edificios e instalaciones anexas. Para contestar esta crítica basta pedir a esos expertos que tomen una Memoria de una empresa minera y vean lo que en realidad han costado sus instalaciones.

Por lo demás, hay muchas clases de planteles de beneficio, y los que la Caja ha hecho son muchos más completos que otros que existen en el país, dotados de maquinarias de reserva, para evitar interrupciones excesivas y poder tratar así los minerales a un costo bajo y con una maquila que permita al minero explotar sus minerales de baja ley. Disponen de plantas de fuerza, con motores de marcha lenta, más seguros, y con el excedente suficiente para poder vender fuerza a las minas.

Aunque el costo de estos planteles aún no se ha terminado de calcular, puede decirse

con seguridad que no ha sobrepasado al millón y medio de pesos que se presupuestó para su construcción.

e) SITUACION DE LOS PLANTELES REGIONALES.—Se ha censurado la elección hecha por la Caja de los centros mineros en que se instalaron los planteles de El Salado y Tambillos.

Esta elección se hizo después de estudios completos por los ingenieros de la Caja de todos los centros mineros de esos departamentos, y se encontró que eran los que ofrecían condiciones más favorables, y si aún no ha llegado la producción a las cifras que se esperan es porque se trata de minas que hace años han estado paralizadas y debe comprenderse que se necesita tiempo para restablecer su producción.

Con respecto a Tambillos se ha dicho que fué un error no haber situado el plantel al lado de la estación del F. C. para favorecer a los minerales que le llegan por este conducto. Pero se olvida al hacer esta observación, que el objeto primordial de este plantel fué el tratamiento de los minerales de las minas de ese distrito y no los de otras regiones.

Hay más de 30 minas en Tambillos que servirán de base al establecimiento y ninguna de ellas puede servirse del ferrocarril. En cambio todas podrán mandar sus minerales a la planta por gravedad, ya que esta se construye al pie de ellas a una distancia variable entre 200 metros y cinco kilómetros. Sin embargo, el desvío lo reclaman minas que están a 50 y más kilómetros de distancia, ninguna de las cuales forma un núcleo compacto como el de Tambillos. Pero, a pesar de todo y para darles acceso el desvío se construirá como una obra de mayor fomento tan pronto disponga la Caja de capital.

Se dice también que este plantel debió colocarse en el llano y no en la falda del cerro para evitar el bombeo del agua. Si se hubiera situado en el llano siempre habría habido que bombear agua, pero se habría evitado una mayor elevación de 10 metros verticales. Ahora bien, ¿cuánto significa esto en menor precio para los mineros? Una economía de 50 kilowatts-hora para 100 toneladas diarias, o sea medio kilowatt por tonelada, es decir menos de un centavo por quintal métrico. En cambio, la economía en intereses por el menor capital invertido en el plantel en la falda, en comparación con lo que habría costado en el llano es muy superior. El movimiento de los minerales en el proceso mismo se hará así por gravedad, en lugar de hacerlo por elevadores.

f) LA FUNDICION DE GUAYACAN.—Es imposible, como bien se sabe, dar gusto a todo el mundo. Cuando la Caja se resistió a la realización inmediata de poner en marcha la fundición de Guayacán, un clamoreo general y amenazante se levantó en toda la provincia de Coquimbo en contra de la Caja. Los mineros, los comerciantes, el público en masa, la prensa, las autoridades provinciales, la Sociedad de Minería del Norte comenzaron todos a atacar a la Caja.

Cediendo a esta presión, pero dentro del plan de fomento que la Ley le traza a la Caja, se acordó llevar adelante el programa de rehabilitación de esta fundición, y mientras se concluyen los estudios para hacer las nuevas instalaciones, se dió comienzo a la compra de minerales. Agotados los fondos que con este objeto se le entregaron a la Cía. Minera del Pacífico, dueña de la fundición, después de haberse comprado 6,500 toneladas de minerales, hubo que suspender las compras, esperando llegar a un acuerdo con el Directorio sobre el proyecto y presupuesto de las construcciones de la fundición. Posteriormente las conversaciones terminaron, sin llegar a un acuerdo, por falta de capital de la Caja para realizar esta obra.

El resultado de este negocio en la actualidad es que los mineros atacan a la Caja por no seguir comprando minerales y los expertos en fundición, porque los ha comprado. La Caja, haciendo caso omiso de estas opiniones encontradas, seguirá el rumbo que se ha trazado, apoyada en los conocimientos de sus técnicos y resguardando los intereses de su capital y el plan de fomento que la Ley le indica.

#### FUNDICION DE PAIPOTE

Duras críticas le ha acarreado también a la Caja la demora en iniciar las obras de construcción de Paipote.

Es ésta la obra de mayor aliento que la Caja tiene en su programa.

Los estudios que para ello se hicieron fueron minuciosos, se trajeron técnicos especialistas de Alemania, se elaboraron los proyectos y presupuestos y todo está listo, pero la Caja no tiene fondos para esta obra que demanda una inversión fuerte.

#### CONCLUSION

En resumen, se puede afirmar que todos los comentarios que la labor de la Caja ha moti-

vado y dado ocasión para que aun la gente sana se forme mala impresión, son antojadizos y tendenciosos.

Posiblemente haya contribuído a ello el silencio que la Caja ha guardado, pero debe tomarse en cuenta que la esencia misma de sus negocios tiene que dar origen al descontento de una gran cantidad de personas que no han conseguido el logro de sus propósitos.

El gremio minero es de por sí optimista y soñador y a ese espíritu se deben indudablemente los grandes éxitos que la minería ha tenido en Chile. Y aun creo que ese espíritu inherente a todo minero merece profundo respeto, porque al fin y al cabo el minero es el hombre que mediante el trabajo más duro y de más sacrificio saca de la tierra la riqueza de la cual vive el resto de la humanidad que con tanto desprecio lo mira.

Pero ese optimismo y ese espíritu soñador tienen que ser refrenados y sometidos por la Caja a una verdadera operación de tamizaje.

Durante los 365 días del año desfilan ante el Director que esto escribe miles de mineros que vienen a describir sus vetas y sus mantos y a dar consejos sobre la mejor manera de impulsar la minería, pero naturalmente cada uno radica las medidas alrededor de su mina y de su distrito.

Son contados con los dedos de una mano los que comprenden que el desarrollo de la minería es un problema de conjunto y más escasos aún los que creen que hay otras minas u otros distritos mejores que el suyo.

Pero más corriente es aún el caso de aquel que viene a dar sus consejos paternales sin más antecedente que el haber vivido una vida entera sin lograr un éxito.

Con una paciencia musulmana los oigo a todos.

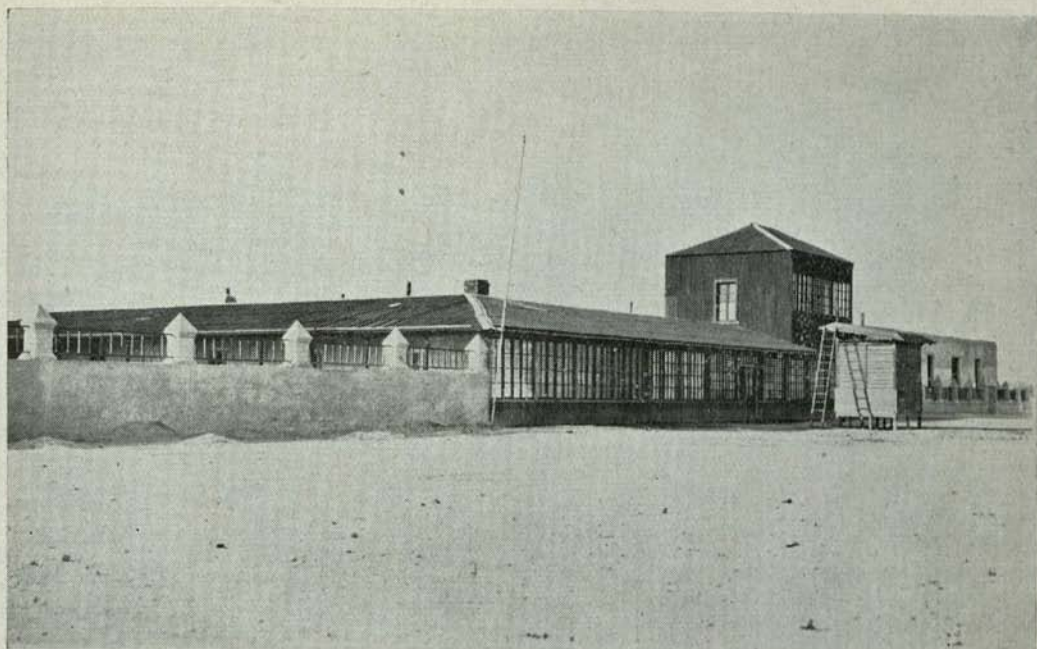
Si a las 24 horas después no se ha acordado construir una planta, una fundición o no se ha otorgado un préstamo a esa mina, el dueño ya es un nuevo enemigo.

Anónimos, insultos por la prensa local, amenazas de destitución de mi cargo y toda clase de intrigas es el fruto que a diario cosecho.

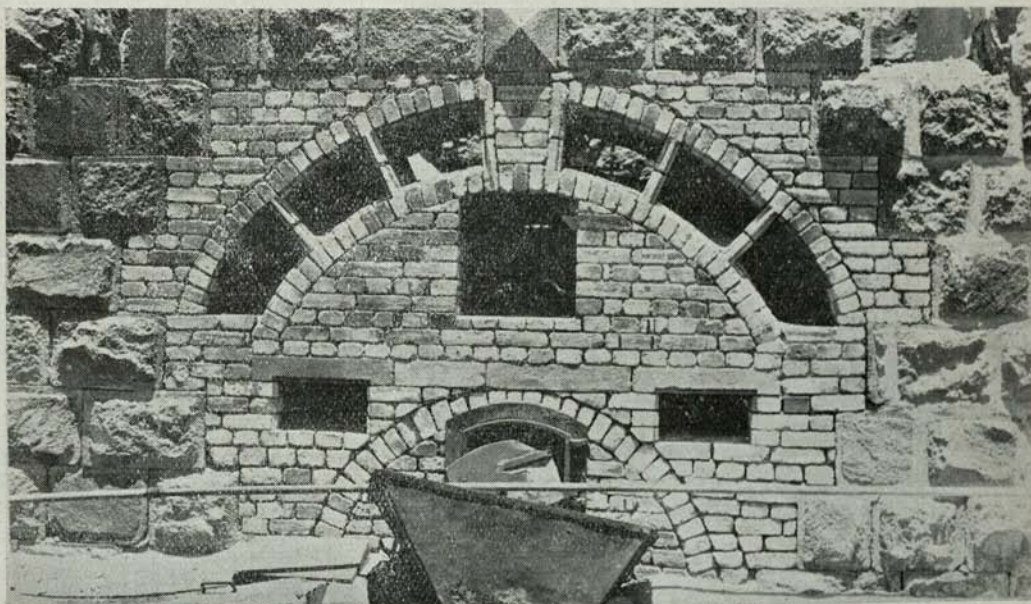
Un diario de Ovalle llegó hasta pedir que se nos relegara a la isla Más Afuera al Director y a todo el Consejo.

Haremos caso omiso de todo esto y en nombre del Consejo declaro que la Caja de Crédito Minero no se saldrá del plan de fomento racional y técnico que se ha trazado para impulsar la minería por camino seguro.





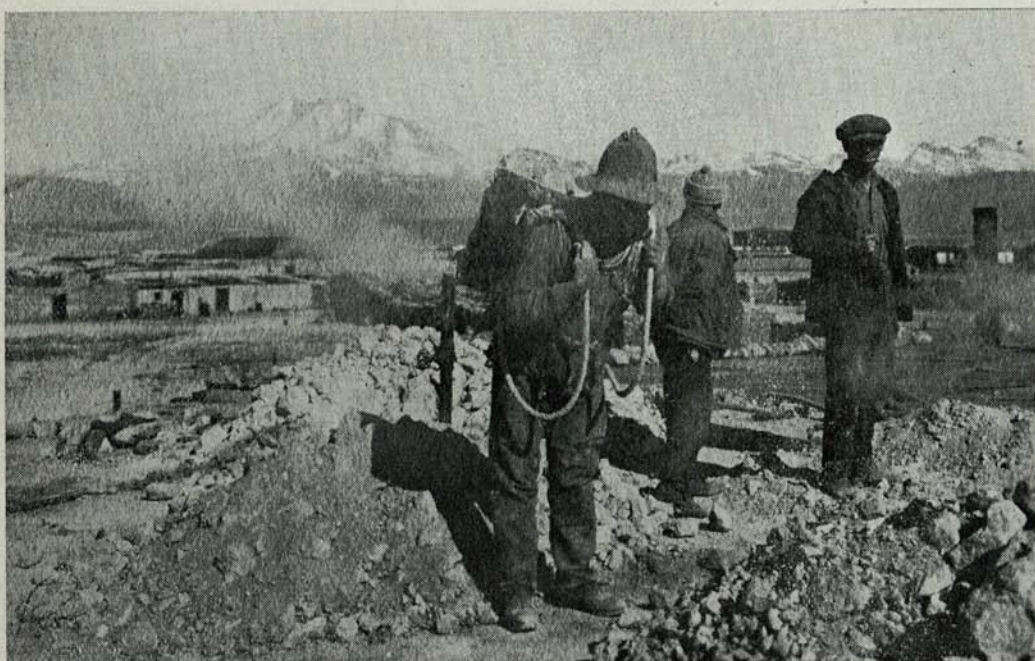
Casa Administración del Establecimiento Azufrero del señor Juan B. Carrasco ubicado en la Estación «Ollagüe» del F. C. de Antofagasta a Bolivia.



Vista de una de las antiguas retortas sublimadoras de azufre que han sido reemplazadas en la actualidad por modernos autoclaves a vapor.

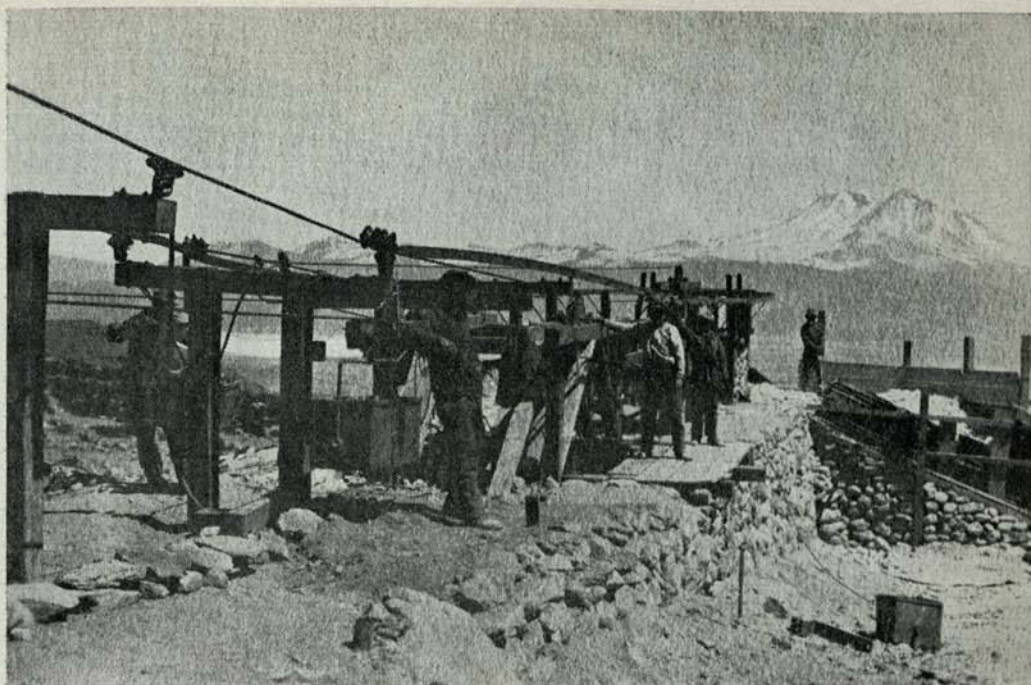


Azufreras de Aucanquilcha del Señor Juan B. Carrasco Estación de descarga del andarivel N.º 1.

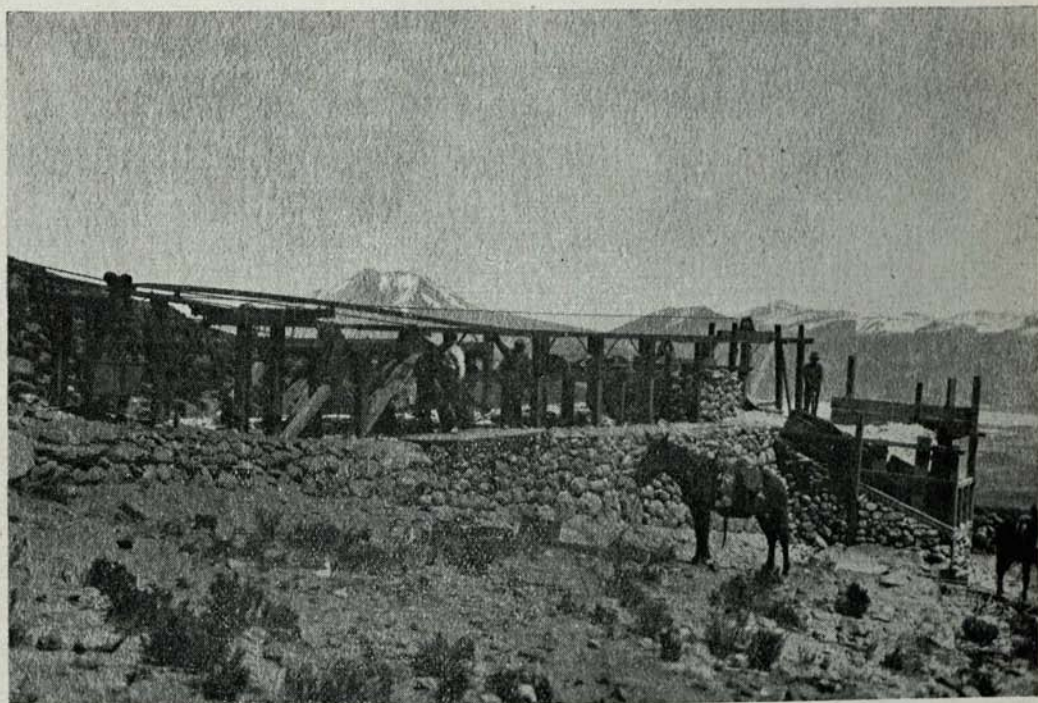


Establecimiento Azufrero de «Ollagüe» con capacidad para tratar anualmente 6,000 toneladas de azufre refinado.





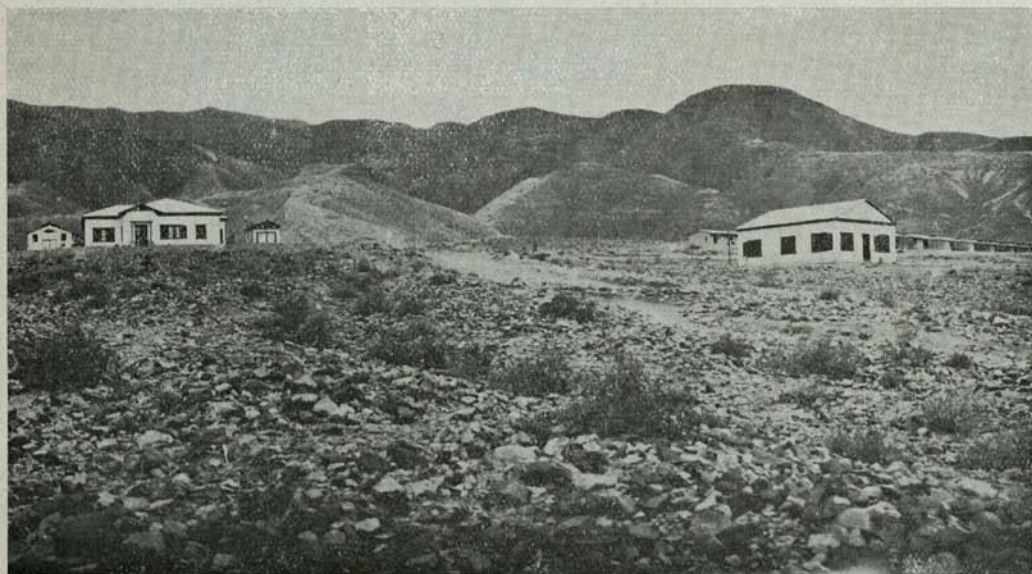
Azufreras de «Ollagüe» del señor Juan B. Carrasco.—Estación de carga del andarivel N.º 2.



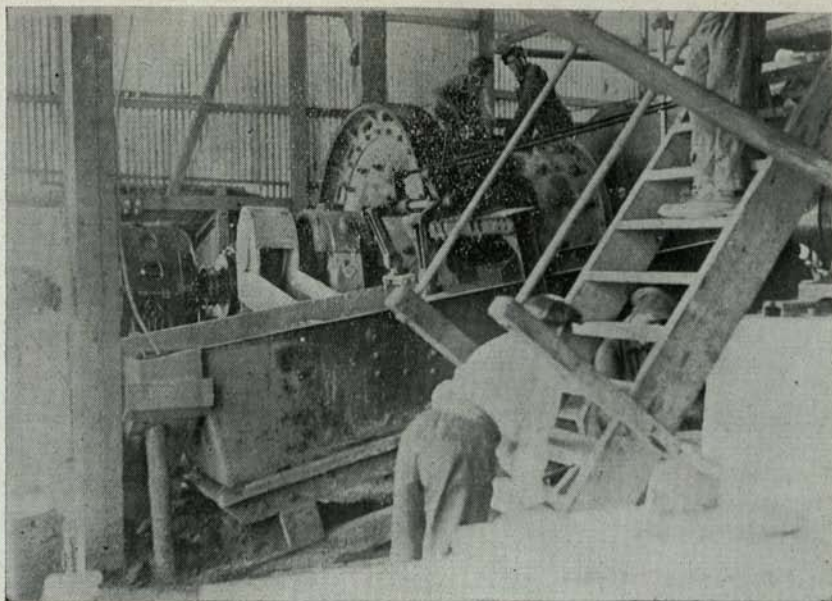
Azufreras de Ollagüe.—Estación de descarga del andarivel N.º 2.



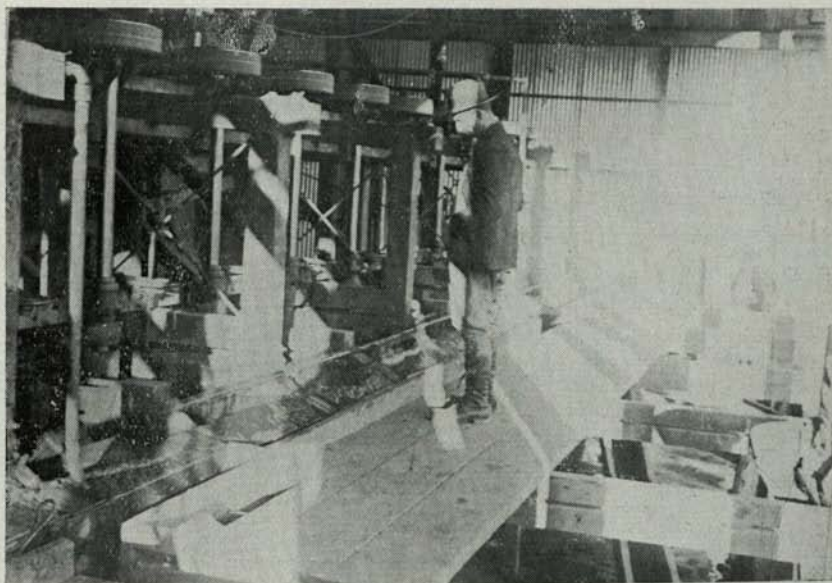
Planta regional de concentración construída en Punta del Cobre, cerca de Copiapó. Casa de fuerza, laboratorio y bodega.



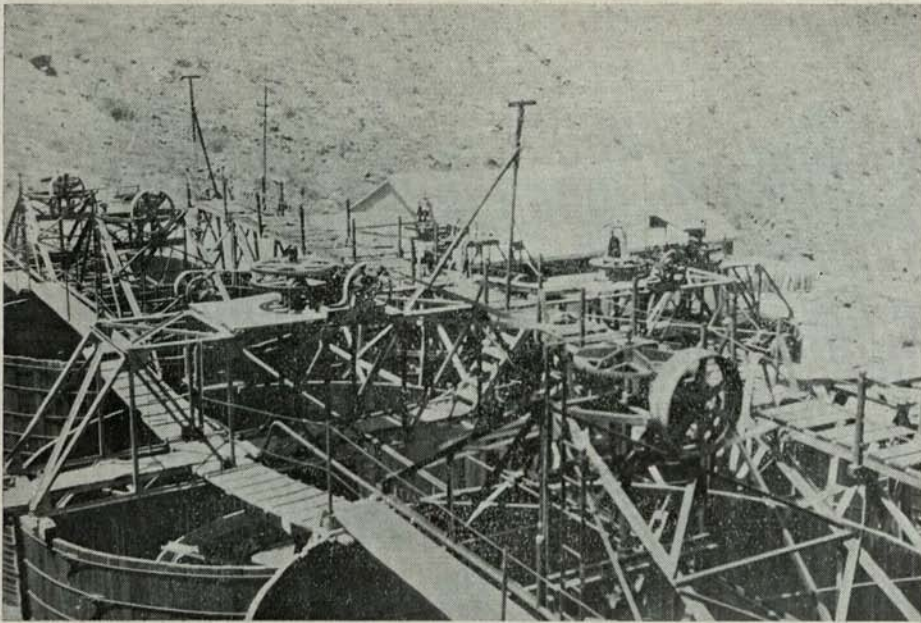
Planta de concentración de Punta de Cobre.—Casa administración, casa de empleados y campamento de obreros.



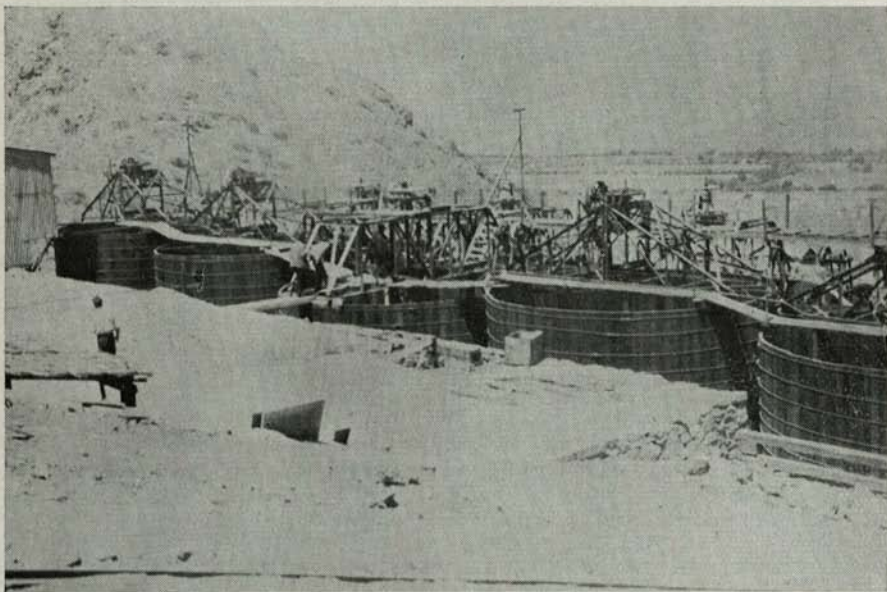
Planta de concentración de Punta del Cobre.—Vista del molino y del clasificador.



Planta de concentración de Punta del Cobre.—Vista de la sección flotación



Planta de cianuración de minerales de plata de Elisa de Bordos con capacidad para tratar 100 toneladas diarias.



Planta de cianuración de minerales de plata de Elisa de Bordos.—Vista de los estanques que almacenan las soluciones.

# RESEÑA GEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE CONCEPCION APLICADA A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION

Conferencia dada en el Instituto de Ingenieros y Arquitectos de Concepción, por el Ingeniero de Minas don MARIN RODRIGUEZ DIEZ, el día 4 de Agosto de 1930. (1)

La GEOLOGIA es la ciencia que estudia la formación y composición de nuestro GLOBO TERRESTRE y las fuerzas que trabajan en transformar la superficie de la TIERRA.

En el transcurso de esta charla vamos a tener que emplear muchas expresiones que se refieren a las rocas de que está formada la corteza terrestre y a la edad geológica; por lo que hemos creído conveniente hacer una breve descripción de las siguientes materias:

*Composición del interior de la tierra.  
Clasificación de las rocas que forman la corteza terrestre.  
Lista de las formaciones geológicas.*

## COMPOSICION DEL INTERIOR DE LA TIERRA.

La forma de la tierra es muy aproximadamente la de un elipsoide de revolución achatado en los polos, siendo sus dimensiones las siguientes, (según Bessel):

Diámetro del Ecuador.....	12.754,8 Km.
Eje de los polos.....	12.712,2 "

Diferencia para el achatamiento.....	42,6 Km.
--------------------------------------	----------

Según A. Sieberg, la composición del Globo Terrestre sería la siguiente:

a) NUCLEO DE FIERRO: El verdadero núcleo del Globo Terrestre estaría formado por fierro

(1) El ingeniero Señor Marín Rodríguez, desempeña en la actualidad el cargo de Jefe de la Sección de Yacimientos Mineros del Departamento de Minas y Petróleo.

mezclado con níquel y cobalto, de densidad media 9,1 y cuyo radio es de 3,500 Kms. sometido a grandes presiones y alta temperatura. Su estado sería sólido.

b) COSTRAS DEL NUCLEO: Rodeando el núcleo se encontrarían una serie de capas concéntricas compuestas de mezclas de silicatos y fierro; densidad 5,5 a 6; espesor 1,700 Kms. También sólido.

c) COSTRA ROCOSA: Rodeando la anterior y hasta la superficie exterior del Globo, se encuentra la costra rocosa, con un espesor de 1,200 Kms. formada por rocas magmáticas en casi su totalidad, pues capas sedimentarias cubren grandes extensiones de la superficie terrestre.

Esta costra rocosa se subdivide, a su vez, en dos, separadas por la llamada SUPERFICIE DE COMPENSACION ISOSTATICA.

1.—LA COSTRA ROCOSA FUNDAMENTAL O BARISFERA; formada de rocas que no tienen representantes en la superficie; su espesor es de 1.080 Kms. y densidad 3,4 Estado sólido.

2.—LITOSFERA; tiene sólo 120 Kms. de espesor. Está formada por rocas de magma muerto con ALGUNOS NIDOS DE MAGMA ACTIVO, DE LOS CUALES PROVIENEN TODAVIA LAS ACTUALES ERUPCIONES VOLCANICAS. La ciencia geológica se preocupa del estudio de esta zona.

A su vez la litosfera se subdivide en dos zonas:

ZONA DE PLASTICIDAD: de 60 a 70 Kms. de espesor y se encuentra inmediatamente encima de la superficie de compensación isostática; densidad 2,9 a 3.

ZONA DE FRACTURA: de 50 a 60 Kms. de espesor. Es la zona exterior que forma la costra terrestre y por su solidez y fragilidad está cruzada por grietas abiertas que pueden llegar hasta una profundidad de 30 a 35 Kms; en esta zona es donde se forman las fallas, se fracturan los bloques que se deslizan los unos respecto a los otros. Todos los fenómenos sísmicos y volcánicos provienen de esta zona. La densidad media es 2,6.

Cubriendo grandes extensiones de esta zona de fractura, compuesta de rocas ígneas, se en-

cuentran los sedimentos provenientes de la destrucción de las mismas rocas ígneas. El espesor de estos sedimentos varía entre pocos metros a algunos miles de metros.

#### CLASIFICACION DE LAS ROCAS QUE FORMAN LA CORTEZA TERRESTRE

Todas las rocas que constituyen la corteza terrestre pertenecen a una de las dos clases siguientes: ROCAS ÍGNEAS O PRIMARIAS Y ROCAS SEDIMENTARIAS O SECUNDARIAS; las que a su vez se dividen en distintas familias, como lo indica el cuadro siguiente:

A.—ROCAS ÍGNEAS O PRIMARIAS	a.—Rocas abisales o plutónicas.	}	Granitos, sienitas, dioritas, gabros, noritas y peridotitas.
	b.—Rocas hipabisales o intrusivas.		}
	c.—Rocas volcánicas o efusivas.	}	
B.—ROCAS SEDIMENTARIAS O SECUNDARIAS	a.—Arenáceas.		}
	b.—Arcillosas.	Arcillas, loess.	
	c.—Calizas.		
	d.—Rocas piroclásticas.		

Daremos una breve descripción de esta clasificación:

A.—ROCAS ÍGNEAS O PRIMARIAS.—Como su nombre lo indica, provienen del magma ígneo que se encuentra en la litosfera, llegando hasta la superficie donde se han consolidado y que según las condiciones de consolidación que han experimentado presentan diferentes aspectos, según los cuales se les clasifica en seguida: Por el hecho de provenir directamente del magma ígneo se las llama también rocas primarias.

a) ROCAS ABISALES O PLUTONICAS.—Este tipo de rocas se ha consolidado a grandes profundidades de la costra terrestre y en considerables masas (batolitos y lacolitos). Posteriormente, la erosión se ha encargado de destruir las capas superficiales que las cubrían

dejándolas al descubierto en diferentes partes; pero de una manera imperfecta que nos impide formarnos una idea aproximada de sus dimensiones y forma.

Como la consolidación se ha producido a gran profundidad, el enfriamiento ha sido lento y a gran presión, dando lugar a formarse una estructura «granitoidea», es decir, que las rocas se componen enteramente de minerales cristalizados uniformemente. El tamaño de los cristales es variable, desde fino hasta muy grueso, pero siempre apreciable al ojo desnudo.

Pasaremos una revista rápida a las principales rocas plutónicas:

GRANITO: Son rocas holocristalinas, de

grano uniforme, cuyos componentes esenciales son: cuarzo, uno o varios feldespatos alcalinos (ortoclasa) y minerales ferromagnesianos (hornblenda, augita, micas); además pueden contener algunos minerales accesorios (granate, turmalina, epidota y piritas).

SIENITAS: Son rocas holocristalinas, de grano uniforme, cuyos componentes esenciales son: feldespatos alcalinos (ortoclasa) y minerales ferromagnesianos, típicamente en menor proporción y además algunos elementos accesorios. En resumen, es un granito al cual le falta el cuarzo.

DIORITAS: Son rocas holocristalinas, de grano uniforme, cuyos componentes esenciales son: un feldespatos sódico-cálcico (plagioclasa) y hornblenda con otros elementos menos importantes. Algunas dioritas contienen cuarzo

y se las llama entonces dioritas cuarzosas. También pueden figurar entre los minerales constituyentes la mica y augita.

**GABROS:** Son rocas holocristalinas, cuyos componentes esenciales son un feldespato sódico-cálcico y uno piroxena. Es una roca neutra o básica.

**PERIDOTITAS:** Son rocas holocristalinas, de composición ultrabásica, en las cuales los feldespatos están típicamente ausentes y donde la olivina es el elemento predominante.

**b) ROCAS HIPABISALES O INTRUSIVAS.** Este tipo de rocas proviene también del magma ígneo, pero no como las anteriores en enormes masas consolidadas en grandes profundidades, sino que han llegado hasta muy cerca de la superficie o hasta la superficie misma, ya sea en filones o diques, o en masas intrusivas. Por lo tanto, su enfriamiento ha sido más rápido que en el tipo anterior y al mismo tiempo la velocidad del enfriamiento puede ser muy variable, dando origen a diferentes clases de estructura, desde la holocristalina de grano uniforme hasta la porfírica con residuo vítreo. En otras palabras, este tipo se caracteriza por el menor tamaño del grano respecto a las rocas plutónicas.

Se dice que una roca tiene estructura porfírica, cuando está formada por una masa fundamental de grano muy fino o vítreo en la cual existen cristales grandes de algún mineral llamados fenocristales.

**PORFIDOS:** Son rocas de estructura porfírica que, por sus minerales constituyentes, pueden asimilarse a las sienitas y granitos, y sólo se distinguen por su estructura.

**PORFIRITAS:** Son rocas de estructura porfírica, igual a la anterior, cuya diferencia sólo reside en el feldespato constituyente (sódico-cálcico), pueden asimilarse a las dioritas, por lo que pueden llamarse también porfiritas-dioríticas, de las cuales sólo se diferencia por su estructura.

**DIABASAS:** Son rocas de estructura holocristalina, de grano fino. Por su composición pueden asimilarse a los gabros teniendo éstos, cristales de mayor tamaño. Las diabasas se presentan en forma de grandes diques, o masas intrusivas (lacolitos), cuyo enfriamiento ha sido más lento que el de los porfidos y porfiritas, dando origen a la estructura holocristalina de grano fino.

**c) ROCAS VOLCANICAS O EFUSIVAS:** Deben su origen a masas fundidas de procedencia volcánica, cuya consolidación se ha efectuado en condiciones superficiales, es decir, que se han enfriado de una manera comparativa-

mente rápida y a baja presión, pueden presentarse en forma de diques, o en forma de capas de escurrimiento superficial (lavas).

Esta manera de formarse las hace diferenciarse de las rocas plutónicas y puede decirse que son los dos polos opuestos, en tanto que las Hipabisales o intrusivas, forman una transición entre una y otra.

La gran mayoría de las rocas volcánicas tienen estructura porfírica, es decir, que sus elementos pertenecen a dos períodos de consolidación bien distintos; el más antiguo representado por cristales grandes (fenocristales) y el más reciente por la pasta que rodea las anteriores y constituye ordinariamente la mayor parte de la roca. Esta pasta fundamental puede estar constituida totalmente por cristales pequeñísimos (microcristales) o en parte por un residuo vítreo (base). La roca puede estar formada enteramente por la pasta vítreo, llamada entonces estructura 'vitrofirica'. Todo esto depende de la rapidez con que se ha enfriado el magma ígneo.

Las rocas principales que pertenecen a este tipo son:

**LIPARITAS O RIOLITAS:** La estructura puede ser porfírica o vitrofirica (en este último caso se llaman obsidianas). Son rocas ácidas, en las cuales los feldespatos alcalinos (ortoclasa) y el cuarzo figuran como minerales constituyentes principales, formando generalmente los fenocristales.

**TRAQUITAS:** La estructura es porfírica; en oposición con las riolitas, las traquitas tienen poco residuo vítreo en la pasta; esta pasta es fundamentalmente holocristalina, de granos sumamente finos. Carece de cuarzo libre, como componente esencial tiene el feldespato alcalino (ortoclasa).

**ANDESITAS:** La estructura es porfírica y la pasta tiene escaso residuo vítreo. Como fenocristales se encuentran generalmente el feldespato sódico-cálcico (plagioclasa) a veces la hornblenda y augita, como representante de los minerales ferromagnesianos. El nombre de andesitas se deriva de la preponderancia de esta roca en la Cordillera de los Andes.

**BASALTOS:** Su estructura puede ser desde la vitrofirica hasta la porfírica, es decir, las rocas pueden estar formadas totalmente por una masa vítreo o bien pueden tener cristales porfíricos; en este último caso la pasta puede ser enteramente cristalina. Esta variedad en la cristalización demuestra que su consolidación es muy variada, puede encontrarse en diques o en lavas de escurrimiento superficial.

Son rocas básicas, e decir, falta el cuarzo;

los minerales característicos son un feldespato rico en cal, la augita y olivina.

**B.—ROCAS SEDIMENTARIAS O SECUNDARIAS.**—Bajo la designación de rocas sedimentarias se comprende todos los depósitos estratificados formados, casi exclusivamente bajo el agua por la acumulación de detritus provenientes de la destrucción de las rocas ígneas y de fragmentos de materias de origen volcánico.

Debido a que su origen es de otras rocas se las llama también secundarias. Naturalmente, que las primeras rocas sedimentarias provinieron directamente de la destrucción de las rocas ígneas, sedimentos más nuevos pueden haberse producido por destrucción de sedimentos antiguos. Se pueden dividir en los siguientes grupos.

a) **GRUPO DE LAS ARENACEAS:** Se han formado por acumulaciones de granos (clásticos) compuestos de una o varias materias derivadas mecánicamente de otras rocas, a las cuales puede juntarse una materia intersticial fina, que hace las veces de cemento, para formar una roca coherente.

Puesto que la mayor parte de las arenas provienen directamente o indirectamente (es decir, por medio de depósitos sedimentarios anteriores) de la destrucción de rocas ígneas o cristalinas, los minerales más comunes que forman los granos serán los que figuran en las grandes áreas rocosas, tales como los granitos, andesitas, esquistas cristalinas, etc. Como los minerales constituyentes de las rocas oponen distinta resistencia a la descomposición química, sea anteriormente a la desagregación de la roca madre, sea durante el transporte, sea en fin, posteriormente a la acumulación de los depósitos sedimentarios, se tendrá que los elementos constituyentes más comunes de las arenáceas serán los minerales más abundantes en la constitución de las rocas; y que son menos sensibles a los cambios químicos, como el CUARZO Y LA MICA BLANCA.

**ARENAS:** Son depósitos sin cohesión, que se emplean generalmente en la fabricación de los morteros para las construcciones.

**ARENISCAS:** Cuando los granos han sido cimentados por otra materia más fina, haciendo una roca compacta y resistente, se llama arenisca. A veces la cimentación es tan débil que se disgregan con facilidad.

**GRAUWACKA:** Se designa bajo este nombre a una roca compleja formada de granos de cuarzo, de feldespatos y otros minerales y rocas unidos por un cemento habitualmente silíceo.

**ARKOSAS:** Es un depósito derivado directa-

mente del granito o del gneiss, que contienen feldespato en abundancia.

**CUARCITA:** Es una roca formada principalmente de granos de cuarzo con un cemento cuarzoso.

Los depósitos clásticos más toscos, en los cuales se encuentran guijarros y granos mezclados se llaman conglomerados si los guijarros son redondos (rodados) y brechas, cuando son angulosos.

b) **ARCILLAS:** Son los depósitos detríticos más finos y que conservan bastante humedad como para ser plásticos. Se componen de una mezcla de granos finísimos de silicato de aluminio hidratado con fragmentos de otros minerales, como silicatos, óxidos e hidratos, y también de algunos componentes orgánicos. Son mucho menos resistentes que las areniscas cuando presentan una estructura laminar que se rompe según planos paralelos, como las hojas de un libro; se llama pizarras.

c) **CALIZAS:** Son rocas sedimentarias compuestas principalmente de carbonato de cal, a veces contienen diversas impurezas o materias extrañas; son casi todas de origen orgánico, entre las impurezas pueden existir granos de arena o cenizas volcánicas. A veces el carbonato de cal está mezclado con carbonato de magnesita, entonces se llaman dolomitas.

Cuando una caliza se compone casi exclusivamente de carbonato de cal y es susceptible de pulirse, se llaman MARMOLES. También puede definirse un mármol, como una caliza que ha sufrido metamorfismo termal.

La textura varía desde el grano muy fino hasta el grueso.

d) **ROCAS PIROCLASTICAS:** Son depósitos sedimentarios formados por materias de origen volcánico. Como la materia eyectada por un volcán varía desde un polvo fino hasta trozos de varios centímetros, tendremos, pues, rocas piroclásticas formadas por constituyentes de diversos tamaños.

#### LISTA DE LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS

La historia del Globo Terrestre no puede expresarse en años para medir un lapso de tiempo transcurrido entre dos fenómenos geológicos. Se basa en el desarrollo lento, pero continuo de los organismos que pueblan o han poblado la Tierra y que se conservan dentro de las rocas al estado de fósiles.

Cinco son las épocas geológicas, a saber:

A.—AZOICO: Es la época más antigua, en la



cual no había manifestaciones de la vida orgánica. En esta época se encuentran las rocas más antiguas que se conocen, las gneises y pizarras micáceas, por eso se la llama también arcaica.

B.— EZOICO O PRECAMBIANO: Aquí se han encontrado los primeros fósiles, o sea las primeras manifestaciones de la vida orgánica.

C.—PALEOZOICO: Quiere decir «época de la vida antigua».

D.—MESOZOICO: «Epoca de la vida media».

E.—NEOZOICO: «Epoca de la vida moderna».

Cada época se subdivide todavía en períodos, basándose en los caminos que ha experimentado la fauna de cada época. Y por último en los períodos se distinguen distintos pisos, ya sea por los fósiles característicos que encierran las estratas o por el carácter petrográfico de éstas.

A continuación se da una tabla de las formaciones geológicas:

#### TABLA DE LAS FORMACIONES GEOLOGICAS

##### E.—NEOZOICO

#### 2.—PLEISTOCENO

Terreno reciente  
Diluviano o Cuaternario

#### 1.—Terciario:

Plioceno  
Mioceno  
Oligoceno  
Eoceno  
Paleoceno

##### D.—MESOZOICO

- 3.—Cretáceo Superior — Inferior  
2.—Jurásico Superior — Medio — Inferior  
1.—Triásico Superior — Medio — Inferior

##### C.—PALEOZOICO

- 5.—Permiano Superior — Inferior  
4.—Carboniano — Superior — Inferior  
3.—Devoniano Superior — Medio — Inferior  
2.—Siluriano Superior — Inferior  
1.—Cambriano Superior — Medio — Inferior

##### B.—EZOICO o precambiano

##### A. AZOICO o arcaico.

## RESEÑA GEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE CONCEPCION

### A.—ROCAS FUNDAMENTALES

Las capas basales más antiguas que se encuentran en la provincia de Concepción están formadas por mica, esquistas y filitas, aisladamente se encuentra el gneiss. Estas rocas son metamorfas, probablemente de origen sedimentario y ellas constituyen la mayor parte de los cerros de la Cordillera de la Costa. Las llamaremos «rocas fundamentales».

A pesar de ser las rocas más antiguas y sobre las cuales se han depositado posteriormente otras capas más nuevas, la denudación posterior nos la ha puesto a la vista, así las encontramos en distintos lugares de la cordillera de la costa; en el valle de río Bío-Bío, entre Hualqui y Chiguayante, entre Buenuraqui y San Rosendo, etc., y muchos otros. El límite occidental visible de la mica esquista forma una línea de dirección norte-sur, que partiendo desde el río Itata por el norte termina en la desembocadura del río Tirúa por el Sur. Esta línea pasa a trechos por las bahías de Arauco y Talcahuano, donde forman enormes riscos que caen al mar; ejemplo todo el trayecto del ferrocarril desde Lota hasta Laraquete y entre Lirquén y Tomé.

### B.—ROCAS JURÁSICAS

Sobre estas rocas fundamentales descansan «discordantemente» otras capas también sedimentarias, pero de edad más reciente y que corresponden probablemente a la época jurásica. Estas capas están formadas por pizarras arcillosas, grauwackas, y arkosas, las cuales se pueden ver en varios cortes del ferrocarril entre Concepción y San Rosendo, entre Gomero y Talcamávida, cerca de Buenuraqui, etc., y en los cerros del interior, como en el cerro de Calquinhue, que se encuentra en los alrededores de Quilacoya y que contienen «los mantos carboníferos de antracita». Los cerros de San Pedro también están formados por esta clase de rocas.

Todas estas rocas sedimentarias, formadas por las capas fundamentales de mica-esquistas y filitas, y las capas jurásicas de pizarras arcillosas, grauwackas y arcosas, que constituyen la masa fundamental de los terrenos de nuestra provincia, fueron atravesadas por inyecciones de rocas ígneas, ya en forma de macizos plutónicos de la serie granito-diorita, ya en for-

ma de intrusiones de porfiritas o filones de andesita y finalmente formando cubiertas efusivas de andesita y dacita.

La denudación posterior ha hecho desaparecer parcialmente los cubiertas sedimentarias, dejando a la vista grandes macizos graníticos que podemos observar en distintos lugares de la cordillera de la costa, como asimismo las demás rocas ígneas.

Macizos de rocas ígneas se encuentran en distintos puntos aislados por ejemplo: en San Rosendo, entre Buenuraqui y San Rosendo Los Nichos, frente a Malvoa entre Hualqui y Quilacoya entre Coronel y Santa Juana, entre Concepción y Chiguayante (Canteras Lonco, Yunge) en Lirquén y en el mismo Concepción los tenemos en el cerro Caracol, cerro Chepe, cerro Hualpén, cantera La Toma, cantera Lo Víctor, Los Lirios, etc. Las cumbres más elevadas de la cordillera de la costa están formadas por andesitas y dacitas que se han extendido encima de las rocas sedimentarias más antiguas.

Estas intrusiones de rocas ígneas han producido metamorfismo termal en las rocas sedimentarias que atravesaron, dando lugar a la formación de esquistos cristalinos y otros: ejemplos de estas rocas metamorfoseadas los encontramos en Hualqui y Quilacoya y Agua del Obispo, donde fueron objeto de explotación unas canteras de esquistos cristalinos.

Gracias a las intrusiones ígneas, en terrenos netamente sedimentarios, como son los de la provincia de Concepción, es que podemos contar con canteras que pueden proporcionar materiales de construcción de primera calidad.

Todas las rocas formadas hasta esta época, es decir «rocas fundamentales», «rocas jurásicas» y las inyecciones de rocas ígneas, fueron fuertemente plegadas por un primer período de movimientos tectónicos, que se produjeron durante el cretáceo superior: estos mismos movimientos hicieron levantarse a la cordillera de los Andes, pero no a las alturas actuales, las que se deben a la segunda fase de movimientos tectónicos, producidos en el terciario superior, la dirección de los pliegues es aproximadamente norte-sur.

#### C.—ROCAS CRETÁCEAS.

Viene en seguida un período largo de denudación hasta el cretáceo superior, época en la cual se depositaron nuevas capas llamadas «Cretáceas» y que por consiguiente, descansan

discordantemente sobre las «rocas fundamentales».

Las capas cretáceas, formadas de areniscas y arcillas, son fácilmente reconocibles por la abundancia de fósiles que encierran. Se depositaron a lo largo de la ladera occidental de la cordillera de la costa.

La denudación ha hecho desaparecer en casi su totalidad estos sedimentos y sólo los encontramos hoy día en las siguientes partes aisladas: Colico, Isla Quiriquina, Bahía San Vicente, Lirquén y Tomé, Chanco, más al norte, Algarrobo, entre San Antonio y Valparaíso.

En esta época se produjeron también algunas inyecciones de porfiritas y andesitas; por ejemplo, la Isla Quiriquina.

#### D.—ROCAS DEL TERCIARIO

a) TERCIARIO CARBONIFERO: Depositados discordantemente sobre las rocas fundamentales se encuentran las capas sedimentarias pertenecientes a la época terciaria: éstas tienen su mayor desarrollo en la ladera occidental de la cordillera de la costa y se extienden con inclinación de 10 a 15 grados hacia el occidente, internándose en el mar, para reaparecer nuevamente en las Islas Santa María, Quiriquina y La Mocha, con inclinación al Oriente: a lo largo de la costa comprendida entre la península de Lavapié hasta el sur de Lebu, también la inclinación predominante de estas capas es al Oriente.

Estas capas terciarias pertenecen a la edad geológica Oligoceno-Mioceno: no se conocen sedimentos del terciario inferior, es decir, del Paleoceno-Eoceno; existe pues una discordancia entre el Cretáceo y el Terciario.

Estas capas tienen una gran importancia para la provincia de Concepción, puesto que en ellas se encuentran los ricos yacimientos carboníferos que son explotados por diversas empresas. Por este hecho se denomina terciario carbonífero.

El espesor del terciario carbonífero es superior a 700 metros y en él se distinguen tres secciones bien marcadas.

1. SECCION INFERIOR NO CARBONIFERA: superpuesta a la mica esquista y comienza con un conglomerado basál. En ella no se encuentran mantos de carbón. Está formada por areniscas y arcillas depositadas en agua dulce; aisladamente se encuentran algunas estratas marinas que encierran fósiles. Se han medido espesores de 200 metros.

2. SECCION MEDIA CARBONIFERA: sigue

inmediatamente encima de la anterior y en ella se encuentran los mantos de carbón. Está formada por arcillas, areniscas arcillosas y areniscas; las arcillas se encuentran generalmente acompañando a los mantos de carbón y predomina la arcilla refractaria, que frecuentemente encierran impresiones de hojas. A veces contienen fuertes cantidades de substancias carbónicas, transformándose en pizarras carbónicas.

Algunas areniscas están cimentadas con carbonato de cal, siendo entonces más duras que las demás.

3. SECCION SUPERIOR MARINA, NO CARBONIFERA: consiste de alternaciones de capas limmicas, es decir, depositadas en agua dulce, y de capas marinas, predominando estas últimas. Las capas marinas son areniscas verdosas, arcillosas y de grano muy fino que encierran numerosos fósiles. En las capas limmicas predominan las areniscas; existen arcillas pero en pequeña cantidad.

Se han metido espesores superiores a 300 metros y ella encuentra su mayor desarrollo en la costa, desde la punta de Lavapié hasta Tubul, en el golfo de Arauco; y en la altiplanicie araucana.

En el interior del continente también se encuentran en lugares aislados sedimentos terciarios, por ejemplo: estación Buena Esperanza (cerca de Chillán), Traiguén, Mulpún, Antihue, Catamutum (al sur de Valdivia) y en las islas de Huafo e Ipún. El hecho de encontrarse sedimentos marinos terciarios al este de la cordillera de la costa haría pensar que existió un Golfo Terciario, como el de California; pero no es así. La explicación es la siguiente: En esa época no existía la cordillera de la costa, el mar pasó por encima bañando el pie de la cordillera de los Andes; inmediatamente después de depositado el terciario carbonífero se produjo la segunda fase de los movimientos tectónicos, subiendo las cordilleras de los Andes y de la costa a sus alturas actuales. Durante estos movimientos tectónicos, sufrió el terciario carbonífero grandes dislocaciones, dando la inclinación que ahora tienen los mantos carboníferos, cuya depositación original fué horizontal.

b) PLOCIENO: Después de estos fenómenos tectónicos se depositaron las capas del Plioceno horizontalmente sobre el terciario carbonífero ya inclinado. Constituye el último piso de la época terciaria. Son areniscas de color gris oscuro, de grano muy fino y poco cimentadas; son muy ricas en fósiles.

Se encuentran estos sedimentos en la Isla

Santa María, en las escarpadas costas de Arauco hasta Tubul, forman la terraza araucana desde Tubul hasta Los Alamos y Colico.

#### E.—CUATERNARIO

Finalmente encontramos el cuaternario ocupando la terraza que se extiende desde Carrampangue, pasando por Colico, para terminar en Cañete. El cuaternario se encuentra, además en la Isla Santa María.

En estas capas cuaternarias se encontró el esqueleto de una ballena, en un corte del ferrocarril, cerca de la estación Colico, a 140 metros sobre el nivel del mar.

Son arenas de muy poca resistencia.

Después de depositado el cuaternario, se produjo el último solevantamiento total del continente, retirándose el mar a su línea actual. Inmediatamente después comenzaron los ríos actuales, que nacen de la cordillera de la costa, a formar sus lechos, ya sea primero en las capas cuaternarias, ya en el terciario y demás sedimentos antiguos.

Los ríos de la región nacen, pues, de una cordillera formada esencialmente por rocas sedimentarias; excepcionalmente atraviesan rocas ígneas.

#### MATERIALES EMPLEADOS EN LAS CONSTRUCCIONES

La aplicación del concreto en las construcciones ha adquirido un enorme desarrollo. Es interesante para el constructor tener un buen conocimiento de los componentes del concreto, ellos son: el cemento, la piedra y la arena.

El cemento es una materia artificial, que se adquiere en el comercio y cuyas características deben ser conocidas y elegidas de acuerdo con la naturaleza de la construcción.

La piedra y la arena son materiales que se adquieren y emplean tal como la naturaleza nos las proporciona, salvo su reducción de tamaño y de las que existen una inmensa variedad. A estos dos elementos nos vamos a referir.

El constructor debe saber elegir el material que mejor se amolde a las necesidades del caso y para su elección debe tener en vista los dos puntos principales: calidad y precio.

Las piedras empleadas en la fabricación del concreto se clasifican en naturales y artificiales.

PIEDRAS NATURALES O RIPIOS: Proviene de la disgregación de las rocas ígneas, producida por fenómenos naturales y con el tamaño requerido para su uso inmediato. Se en-

cuentran acumuladas bajo diferentes formas: escombros de falda, conos, taludes, sedimentos glaciares y sedimentos fluviales.

Las tres primeras acumulaciones, escombros de faldas, conos y taludes, se han formado por destrucción mecánica o descomposición química de las rocas de los cerros y han sufrido muy poco o nada de transporte, por lo que las piedras son angulosas y presentan comúnmente fuerte descomposición, haciéndolas poco aptas para la fabricación del concreto.

Los sedimentos glaciares se caracterizan por estar formados por una mezcla de todos tamaños, desde la arcilla hasta bloques de varios metros cúbicos de volumen. Las piedras son también angulosas y presentan estrías.

Los sedimentos fluviales, como su nombre lo indica, provienen de la depositación de los materiales que arrastran los ríos. Las causas que obligan a un río a dejar sus sedimentos pueden ser varias, siendo la principal la disminución de la velocidad de sus aguas, pues parece que el poder de arrastre de un río aumenta con la sexta potencia de la velocidad de sus aguas.

Según esto, podemos encontrar a lo largo de un río sedimentos de distintos tamaños. Si la velocidad disminuye mucho puede suceder que en su curso inferior arrastre solamente arena fina y finalmente fango. Es lo que sucede en el río Bío-Bío, que a lo largo de su curso en la provincia de Concepción, arrastra únicamente arena y de grano fino, privándonos completamente de ripio.

Aguas arriba, hasta llegar donde la velocidad ha sido lo suficientemente grande para arrastrar trozos de piedras de varios centímetros, los sedimentos fluviales estarán formados por una mezcla de arena y piedra. Por el frotamiento y desgaste que en su recorrido han sufrido, las características de estas piedras serán, redondeadas y pulidas, lo que llamamos RIPIO y nos proporciona el mejor material para la fabricación del concreto.

Naturalmente, que para que se produzca esta clase de sedimentos ripiosos, las rocas de donde provienen deben ser duras, anticipándonos diremos que deben ser ROCAS IGNEAS. Por lo tanto los ríos deben atravesar rocas ígneas en su recorrido.

Desgraciadamente, como ya hemos visto, en la provincia de Concepción predominan de una manera abrumadora las rocas sedimentarias que no permiten a los ríos la formación de ripio, y el Bío-Bío que es el único que atraviesa rocas ígneas en su gran longitud por la cordillera de los Andes, ya ha perdido su poder de arrastre antes de llegar a nuestra provincia.

**PIEDRAS ARTIFICIALES O CASCOTE:** Proviene de la trituración mecánica de las piedras producida por el hombre. Explotación de canteras.

La operación se hace en dos etapas: 1.º Arranque de la piedra en bloques grandes de la cantera y 2.º Chancado para reducirlo al tamaño necesario; el chancado puede ser a mano o mecánico.

La operación de arranque y chancado consume energía y demanda muchos otros gastos que hacen que el producto sea mucho más caro que el ripio natural, tres o cuatro veces más. Su uso sólo se justifica cuando no hay otra fuente de donde obtener el ripio, o cuando éste sea de mala calidad. El costo unitario de la piedra chancada estará en razón directa con la dureza de la roca que se explota y de la distancia al centro consumidor.

Este es el problema que se nos presenta en Concepción, pero por suerte, la naturaleza nos ha proporcionado algunos macizos de rocas ígneas que podemos explotar. Pero también disponemos de algunas rocas sedimentarias y metamórficas lo suficientemente resistentes para poder emplearlas en obras determinadas por la práctica.

Planteado el problema en esta forma, el constructor deberá fijar la piedra que satisfaga las condiciones requeridas por la obra donde se va a emplear y en seguida elegirla de acuerdo con el precio de costo.

Puede acontecer que, en una construcción determinada, se haga trabajar a los elementos que la constituyen a una tasa relativamente baja y cuya duración no vaya a ser larga; en este caso, no habrá necesidad de una piedra de la mejor calidad, si es de precio subido, si se puede disponer de otra inferior a un menor precio; hay que aplicar, pues, un criterio técnico económico. Es obvio que en igualdad de precio se prefiera la piedra de mejor calidad.

Si partimos de las siguientes cifras, dadas como carga de ruptura a la compresión en kilogramos por centímetro cuadrado, para morteros confeccionados de:

Cemento puro: 668 Kgs. a los 28 días y 1,000 kgs. a los 12 meses.

1 de cemento y 3 de arena: 228 Kgs. a los 28 días y 366 kgs. a los 12 meses, tenemos que buscar un esqueleto (piedra) cuya resistencia a la compresión sea superior a la del mortero que se va a usar, para obtener un buen concreto, y al mismo tiempo, que no sea fácilmente descomponible por las reacciones químicas. Mientras más pobre sea el mortero empleado, menor resistencia tendrá y por lo tanto, mayor

tolerancia debe existir para la calidad de la piedra.

El carácter físico de una roca depende esencialmente de sus minerales constituyentes y de su estructura; y ellos fijan las propiedades de las rocas.

### PROPIEDADES DE LAS ROCAS

a) **TEXTURA.** La textura de las rocas es muy variable, desde el grano muy grueso como en ciertos granitos (pegmatitas), hasta la vítrea como la obsidiana. Esta es una propiedad muy importante; en igualdad de las demás condiciones, de dos rocas, será la más durable y resistente la que tenga el grano más fino. Ejemplos: 1.º dos granitos con los mismos minerales constituyentes, deberá elegirse el que tenga grano más fino; 2.º fácilmente puede suceder que de dos rocas ígneas, una con abundancia de cuarzo, de grano grueso y la otra sin cuarzo, pero de grano fino, tenga mayor resistencia esta última. Es propiedad muy importante de todas las rocas de textura fina el de poseer una gran adherencia con el cemento. Otra desventaja de las rocas con grano grueso es la de producirse un mayor desgaste al frotamiento.

b) **DENSIDAD.** Una roca compacta deberá ser más dura que una porosa, y al mismo tiempo opondrá mayor resistencia a las acciones químicas por el hecho de ser más difícil la penetración en ella de los agentes químicos.

La densidad tiene una gran importancia en las rocas para construcción, a mayor densidad corresponde mayor resistencia. En el cuadro que se da más adelante se puede ver esta propiedad.

c) **DUREZA.** La dureza de una roca no solamente depende de la dureza de sus minerales constituyentes, sino que también del estado de su agregación. Por ejemplo: una arenisca que esté constituida exclusivamente de granos de cuarzo, pero que carezca de un cemento que rellene sus intersticios, uniendo los granos entre sí, será menos resistente que otra que tenga este cemento, aunque los granos no sean de cuarzo, como sería el caso de una caliza.

d) **RESISTENCIA AL CALOR.** Es importante para ciertas construcciones conocer el comportamiento de las rocas con el calor, por ejemplo, para la construcción de hornos, chimeneas, etc. Todas las rocas se dilatan cuando se calientan, y se contraen cuando vuelven a enfriarse pero no vuelven a sus dimensiones originales. Este aumento permanente se llama «dilatación remanente».

Cada mineral constituyente tiene distinto

coeficiente de dilatación y distinta dilatación remanente, por consiguiente es fácil imaginarse que, una roca como el granito de grano grueso no deberá ser buena para construcciones sometidas a grandes variaciones de temperatura, en cambio el basalto debe ser preferido.

A continuación se dan algunas dilataciones remanentes obtenidas en barras de 500 milímetros de longitud calentadas desde 0º C hasta 100º C. y enfriadas a su temperatura inicial:

Granito,	dilatación remanente..	0,2286	mm
Mármol,	>	>	0,2286 >
Calizas y dolomita >	>	0,1778	>
Areniscas >	>	0,1194	>

e) **RESISTENCIA A LA COMPRESION.** De las propiedades enumeradas dependerá en resumen la resistencia de las rocas a la compresión y esto es lo importante para las construcciones. Podemos decir, que la resistencia depende esencialmente: «del tamaño de los granos, del estado de agregación de ellos y su composición mineralógica».

Recordando lo que hemos dicho sobre el origen de las rocas, se llega a la conclusión, que las rocas ígneas serán más resistentes que las rocas sedimentarias, en las cuales la resistencia depende esencialmente del cemento que une sus granos.

f) **ESTADO DE CONSERVACION DE LAS ROCAS.** Las piedras usadas en concreto, bloques, adoquines, etc. deben ser frescas, porque cuando ya ha comenzado la descomposición de ellas, pierden gran parte de su resistencia. Hay muchas maneras de descomposición de las rocas y ella depende esencialmente de las características del clima de la región; sería muy largo hacer la descripción de todas ellas.

Nos referimos exclusivamente a los fenómenos que más comúnmente se observan en la provincia de Concepción.

Hay macizos graníticos de granos sumamente gruesos y muy ricos en minerales oscuros (ferromagnesianos); esto agregado a que están mucho tiempo cubiertos por la vegetación, donde las raíces y el agua han hecho su obra destructora, se presentan muy descompuestos, mal que llega a una gran profundidad y que se caracteriza por su color amarillo, hasta rojizo cuando hay abundancia de hierro. «Toda la primera capa que presente este color debe desecharse».

Otra forma de descomposición muy frecuente es la siguiente: en los cortes de caminos, ferrocarriles, etc. se puede observar grandes can-

tidades de arena suelta dentro de la cual yacen bloques duros de la roca primitiva, en mayor o menor cantidad y entre las cuales se encuentra algunos de gran tamaño. Estos bloques muestran en la parte exterior capas concéntricas, que forman la transición de la arena, proveniente de la descomposición completa, al núcleo del bloque que generalmente es muy duro y resistente. Este fenómeno se explica de la siguiente manera: la roca ha sido atravesada por tres sistemas de grietas normales entre sí; dos verticales y una horizontal, formando más o menos cuerpos paralelepípedos: la descomposición ha penetrado por las grietas extendiéndose hacia el interior del bloque, dándole una forma redondeada y toda la masa descompuesta se ha transformado en una arena suelta, llamada vulgarmente maicillo. Esta masa descompuesta ha quedado «in situ» sin sufrir transportes, por lo tanto, está formada por todos los minerales componentes de la roca. Posteriormente, las aguas pueden arrastrar el maicillo dejando únicamente los bloques, formando lo que puede llamarse un mar de bloques en las faldas.

Toda esta descomposición superficial, a veces cubierta por capas vegetales, hace difícil el descubrimiento de estos macizos que pueden explotarse como canteras. De aquí se desprende, que para ubicar la explotación de una cantera con los mejores resultados, es indispensable poseer algunos conocimientos de la materia expuesta.

Los minerales principales constituyentes de las rocas, ya hemos dicho que son: el cuarzo, feldespatos y minerales ferromagnesianos, y como minerales accesorios apatitas, zircon, granate, y minerales de hierro (piritas).

Los minerales de más fácil descomposición son los de hierro, sobre todo al estado de piritas, cuya descomposición da ácido sulfúrico que sigue atacando a los demás; le sigue en orden los ferromagnesianos que son oscuros o negros, los feldespatos y por último la muscovita (mica blanca) y el cuarzo. Por lo tanto, habrá que preferir rocas que no contengan abundancia de piritas y minerales oscuros, principalmente cuando las rocas van a estar en contacto con el agua y la atmósfera. Por ejemplo: en el caso de emplearlo en adoquines, bloques, etc. y mucho menos cuando ya haya comenzado la descomposición. En el cuadro adjunto de densidades y resistencia de algunas rocas, se puede ver la gran influencia que tiene el estado de conservación en la resistencia de los granitos, esto se puede generalizar.

Para formarse una idea de la durabilidad de

rocas expuestas a la acción del agua hasta que comienza a dar signos de destrucción, daremos algunos datos obtenidos por observaciones hechas por Julien:

Minerales oscuros de grano grueso .....	5 - 15 años
Minerales oscuros, grano fino laminado .....	20 - 50 »
Calizas fosilíferas de grano grueso .....	20 - 40 »
Mármol dolomítico (carbonato de magnesia) grano grueso .....	- 40 »
Mármol de grano fino .....	50 - 100 »
Granito .....	75 - 200 »
Cuarcita .....	75 - 200 »

La rocas aplicadas a la construcción pueden corresponder a uno de los dos grupos en que la hemos dividido: Igneas y Sedimentarias.

#### ROCAS IGNEAS

Ya hemos visto cómo las rocas ígneas provienen del interior de la tierra, de una masa plástica y homogénea que al enfriarse se ha solidificado dando lugar a cristales fuertemente unidos entre sí, formando una masa compacta. El conjunto tendrá una textura tanto más compacta y uniforme mientras más pequeños sean los cristales (granos).

Las rocas ígneas serán, pues, como regla general, de mejor calidad para las construcciones que las sedimentarias.

Daremos algunos ejemplos de estas rocas, que mineralógicamente ya las hemos tratado anteriormente dando preferencia a las que se encuentran en la provincia de Concepción.

**GRANITO:** La textura varía desde el grano fino hasta el grueso. Su color varía según los minerales preponderantes. Es denso, duro y durable, pero de baja tenacidad. Es muy recomendable para las construcciones por ser una de las mejores rocas. Son mejores las de grano fino. No es recomendable para construcciones sometidas a fuertes variaciones de temperatura, sobre todo cuando el grano es grueso, porque sus constituyentes tienen muy diversos coeficientes de dilatación y una dilatación remanente subida, lo que produce agrietamientos con facilidad. Ejemplos de granito en la provincia de Concepción, tenemos: Cerro Chepe, Hualpén y Caracol; Canteras Lonco, Yunge, Chiguayante; entre Hualqui y Quilacoya y en Lirquén.

**SIENITAS:** Es un granito al cual le falta el cuarzo y de ellas se puede decir lo mismo que del granito. Cuando el grano es fino, la resistencia puede ser igual o superior a la del granito, si éste es de grano grueso. No conozco sienitas en la región.

**DIORITAS:** Sobre su composición mineralógica, véase la clasificación de las rocas. Tiene las mismas propiedades del granito y sienita; cuando es de grano grueso y falta el cuarzo es de menor resistencia que el granito. Cerca de Concepción hay dioritas en las canteras «Lo Víctor» y «La Toma». Entre San Rosendo y Turquía, la Empresa de los Ferrocarriles del Estado explota una cantera de diorita.

**PORFIRITAS:** Ya hemos visto que la porfirita pertenece a la subdivisión de las rocas llamadas hipabisales intrusivas y que su textura está formada por una masa fundamental de grano muy fino en la cual se encuentran algunos cristales grandes (Estructura porfírica). Debido a esta textura más compacta y grano fino, tiene una resistencia a la compresión superior al término medio de los granitos. Tiene una densidad superior al granito.

Las encontramos entre Buenuraquí y Gohero.

**TRAQUITAS-ANDESITAS.** Son representantes de la tercera subdivisión, volcánicas o efusivas. Tienen una textura fina; menor densidad que el granito. Falta cuarzo.

Se encuentra en varias partes en forma de filones y en macizos efusivos al interior de la cordillera.

**BASALTOS:** Pertenece también a las rocas volcánicas: posee una textura muy fina, como ya hemos visto y es muy densa. Es más resistente que los granitos y posee una gran adherencia con el cemento, por lo que se considera una de las mejores rocas para la fabricación del concreto. Es especial para la fabricación de hornos, chimeneas y en general para todos aquellas construcciones sometidas a variaciones de temperaturas fuertes.

## ROCAS SEDIMENTARIAS

Recordando la formación de las rocas sedimentarias, se comprenderá el gran papel que desempeña el cemento que rellena los intersticios en la resistencia de ellas, y en segundo lugar la calidad de los granos que las constituyen. Desde luego se deberá desechar todas las rocas sedimentarias que carecen de cemento. Tampoco deben usarse las arcillas para fabricar concretos ni directamente en ninguna construcción, porque se desintegran con suma fa-

cilidad con el agua o simplemente expuestas al aire.

Al hablar de la geología de la provincia de Concepción hemos visto que las rocas predominantes son las sedimentarias y como ellas pueden tener aplicaciones en determinados casos, conviene que conozcamos algunos ejemplos.

Nos referimos exclusivamente a las «arenáceas y rocas calcáreas».

**ROCAS ARENACEAS:** La dureza y su aplicación en las construcciones depende esencialmente del cemento que une los granos entre sí. Según la calidad del cemento las clasificaremos en:

a) **ARENISCAS SILICOSAS:** El cemento está formado esencialmente de sílice y según la naturaleza de los granos las subdividiremos en:

1. **LA CUARCITA:** Es muy resistente, llegando hasta 780 kgs. cm.<sup>2</sup> a la compresión. Puede emplearse en concretos que no requieran condiciones muy especiales. También opone gran resistencia a la descomposición por su constitución cuarzosa. Es escasa en nuestra región.

2. **GRAUWACKAS-ARKOSAS:** Se explotan en Gohero; son de inferior calidad que las cuarcitas. Su uso en construcciones debe estar subordinado a las exigencias de la obra. Sirve para construcciones de piedras, soleras, lastre de las vías férreas y otras por el estilo.

3. **ARENISCAS PROPIAMENTE TAL:** Entre las innumerables areniscas que forman los sedimentos terciarios carboníferos, de que hemos hablado, existen algunas estratas muy silicosas y con abundancia de granos de cuarzo, que no son lo suficientemente puras para clasificarlas como cuarcitas, pero que son muy duras. En Lota y Schwager se emplean con frecuencia en el concreto para las construcciones y han dado buen resultado siempre que no se exijan condiciones especiales. También se usan en piedras labradas para edificios. Su costo es mucho menor que el de las rocas ígneas.

b) **ARENISCAS ARCILLOSAS CUYO CEMENTO ES CAL:** Se rompen con alguna dificultad, pero se desintegran fácilmente en contacto con los agentes atmosféricos. Se reconocen con ácido clorhídrico. Existe entre las areniscas del terciario carbonífero.

c) **ARENISCAS CIMENTADAS UNICAMENTE CON ARCILLA:** No deben usarse jamás en concreto pues apenas están en contacto con el agua se desintegran. Para reconocer esta clase de roca, basta introducir en agua trozos de un centímetro y si se deshace rápidamente, se trata de una roca débil. También existen en abundancia en la región en los terciarios carboníferos.

**ROCAS CALCÁREAS.** La variedad es enorme tanto en cuanto a la textura como en la composición mineralógica y química; de ahí que su dureza sea también muy variable, como lo demuestra el cuadro de las densidades y resistencias que daremos más adelante. Existen calizas que resisten solamente 20 kgs. por centímetro cuadrado y otras hasta 1.200 kgs. Una caliza de buena calidad puede emplearse en concreto con tan buenos resultados como un granito.

Mientras más pura sea una caliza más resistente es; en cambio las impurezas desmerecen su calidad, siendo la más perjudicial la pirita de fierro, cuando entre las impurezas existe arcilla, la caliza es mala.

Cuando además del carbonato de cal contienen carbonato de magnesia, no son tan recomendables; es preferible que se compongan exclusivamente de uno u otro de los carbonatos cuando están presentes los dos, se desintegran fácilmente en el agua, principalmente cuando son de grano grueso.

Cuando las calizas se usan en concreto no conviene que los trozos sean pequeños.

En la región de Concepción no existen calizas puras, solamente se encuentran areniscas calcáreas y que las hemos clasificado como areniscas cimentadas con cal.

**ESQUISTOS CRISTALINOS.** Las rocas sedimentarias primitivas han sufrido metamorfismo termal por las inyecciones del magma ígneo, cuyo producto ha sido una roca de mayor dureza que la primitiva. A estas rocas se les da el nombre de esquistos cristalinos, mica-esquistas y pizarras quíastolíticas.

Buenos ejemplos de **ESQUISTOS CRISTALINOS** los tenemos siempre cerca del contacto de macizos o filones ígneos; por ejemplo: en Lonco, Agua del Obispo, entre Hualqui y Quilacoya, etc. y que han sido y son objeto de explotación para diversas aplicaciones. Estos esquistos cristalinos son semiduros y pierden esta cualidad cuando se alejan de la zona de contacto. En la costa, entre Lota y Laraquete se puede ver este fenómeno; la mica esquista está atravesada por un sinnúmero de filones de cuarzo; donde existen estos filones en mayor cantidad, la mica esquista se torna dura, parecida a ciertos esquistos cristalinos de Lonco y Agua del Obispo, pero donde escasean o no existen esos filones de cuarzo la mica esquista es blanda.

Los esquistos cristalinos frescos pueden emplearse en ciertas obras que no requieren condiciones muy especiales, pero deben ser bien seleccionados, es decir no descompuestos, cuyos productos son esquistos arcillosos muy blandos.

## DENSIDAD Y RESISTENCIA DE ALGUNAS ROCAS A LA COMPRESION.

ROCAS	DENSIDAD	Resistencia	
		Kgr. por cm. <sup>2</sup>	
<b>GRANITOS:</b>			
De grano fino y fresco	2,6 a 2,8	1000 a 1500	
De grano grueso y fresco	id.	700 a 1000	
De grano fino y alterados	id.	600 a 800	
De grano grueso y alterados	id.	400 a 600	
BASALTOS		2000	
PORFIRITAS		1300	
TRAQUITAS.—ANDESITAS	2,2 a 2,6	360 a 900	
LAVAS VOLCÁNICAS	2,0 a 2,2	300 a 500	
<b>CALIZAS:</b>			
Duras, susceptibles de pulirse	2,6 a 2,8	700 a 1200	
Duras no susceptibles de pulirse (1)	2,4 a 2,6	600 a 800	
Duras, no susceptibles de pulirse (2)	2,2 a 2,5	350 a 600	
Duras, no susceptibles de pulirse (3)	2,2 a 2,3	220 a 250	
Semiduras	1,8 a 2,2	100 a 220	
Blandas	1,4 a 1,8	20 a 100	
<b>ARENISCAS:</b>			
Duras (cuarzosas silicosas)	2,1 a 2,5	350 a 780	
Semiduras (calcáreas)	1,9 a 2,1	80 a 300	
Blandas (arcillosas)		4	
ARCILLA	2,7 a 2,3	2	
		28 días	12 meses
CONCRETO CON GRANITO 1:2:4	220	352	
CONCRETO CON CALIZAS 1:2:4	176	309	

## ARENAS

Las arenas se clasifican en naturales y artificiales.

**LAS ARENAS NATURALES** provienen de la disgregación de las rocas producida por fenómenos naturales. Estas arenas se dividen a su vez, en arenas de origen mecánico y arenas de origen químico.

Las de origen mecánico son las producidas por el arrastre de las rocas por las aguas superficiales y glaciares, y se encuentran en los lechos de los ríos, sean éstos antiguos o contemporáneos y en las playas del mar.

Las arenas de origen químico provienen de la descomposición de las rocas ígneas, causadas por diversos agentes químicos que contienen las mismas aguas.



Se caracterizan las arenas naturales porque están compuestas de granos redondeados y pulidos.

LAS ARENAS ARTIFICIALES provienen de la trituración mecánica de las rocas efectuada por el hombre. Su uso se justifica solamente cuando el costo es menor que el de las naturales, o cuando éstas son de mala calidad. Tienen la ventaja de que la roca puede ser escogida, para que dé la clase de arena deseada y obtener así, el tamaño del grano más conveniente. Además, se obtiene arena de grano anguloso. Son caras.

Al informar sobre una arena hay que referirse a los siguientes puntos:

- 1.º Origen de la arena (mar, río o fósil).
- 2.º Composición mineralógica.
- 3.º Composición química.
- 4.º Tamaño del grano de la arena.

El punto que da mayor luz sobre la calidad de una arena es el segundo, o sea su composición mineralógica, porque con el estudio mineralógico llegamos a establecer la naturaleza de los granos de que está constituida. Deben preferirse las arenas cuarzosas y en segundo lugar las feldespáticas; deben rechazarse las que contengan minerales poco resistentes y de fácil descomposición como son las augitas, micas, piritas de hierro, etc.

En la formación de las arenas juega un rol primordial la constitución geológica por donde atraviesan los ríos que las originan.

Ya hemos visto que la provincia de Concepción está constituida esencialmente por terrenos sedimentarios, donde prima la mica y que aisladamente se encuentran macizos graníticos. Todos los ríos o esteros, a excepción del Bío-Bío, nacen de la cordillera de la costa, por lo tanto, las arenas que arrastran, por lo general, serán de mala calidad; solamente aquellos ríos que tienen su origen en rocas ígneas, o las atraviesan en su recorrido principal, pueden acarrear arenas de buena calidad, cuarzosas, pero difícilmente exentas de mica; en este caso la mejor arena se encontrará lo más cerca posible de los macizos ígneos que atraviesa.

Igual cosa podemos decir de las arenas de las playas de nuestra costa, que estando formada en casi toda su longitud por areniscas, arcillas y mica-esquistas, tienen abundancia de mica. Agreguemos a esto, que las arenas de playa contienen cloruro de sodio y cloruro de magnesio, lo que exigen un lavado previo.

Tenemos algunos ejemplos de buenas arenas arrastradas por esteros, Penco, constituida principalmente por granos de cuarzo, siguen en menor cantidad feldespatos y con muy poca mica y minerales ferromagnesianos; Hualqui

de la misma calidad anterior, pero con más mica, Quilacoya.

Sin ser de primera calidad, la fuente más segura de abastecimiento de arenas para las construcciones es el río Bío-Bío, que nace tanto él como sus afluentes principales de la cordillera de los Andes, atravesando en su recorrido rocas ígneas. La composición mineralógica de las arenas es: principalmente granos de rocas volcánicas de color obscuro, que dan este color a las arenas, y granos de cuarzo en mucho menor cantidad, excepcionalmente contienen otros minerales; mica en muy poca cantidad. Esto está indicando que atraviesa en su recorrido muchas rocas volcánicas. El tamaño del grano es fino debido al gran desgaste que han sufrido en su recorrido tan largo y a que el río ha perdido su poder de arrastre en su curso inferior, depositando en su curso medio y superior los rodados y granos de mayor tamaño.

En las épocas lluviosas del año las arenas del Bío-Bío contienen mayor cantidad de mica que en la época seca; esto se debe a que los afluentes que recibe al entrar en la cordillera de la costa, vienen cargados con mayores cantidades de arenas micáceas, debido al mayor poder de arrastre y destructivo que poseen en épocas de lluvia.

Sería, pues, aconsejable hacer acopios de arena recogida durante la época buena para el invierno, y se dispondría de esta manera, de arena de buena calidad durante todo el año.

La influencia que la mica blanca, que es la que abunda, ejerce sobre las arenas es la de disminuir la resistencia, por ser muy blanda; el temor de descomposición es remoto, pues la mica blanca (muscovita) es uno de los minerales de difícil descomposición.

Además del lecho actual del Bío-Bío, se encuentra también arena en el lecho antiguo o sea, en todos los terrenos planos desde Concepción hasta la costa, pero no se encuentra pura en toda su extensión, está mezclada con arcilla y fango; solamente en puntos aislados se ha conservado pura, por ejemplo en el Club Hípico, entre Concepción y Talcahuano, cuya composición mineralógica es igual a la del lecho actual.

De lo expuesto se deduce, que también es muy importante conocer el origen de la arena.

En cuanto al estudio de la composición química de las arenas sólo procede cuando del estudio mineralógico no se puede formar un concepto claro de la calidad de la arena.

Sobre el tamaño del grano de la arena no hay nada que decir, pues queda fuera del objeto de esta charla.

# EL PROCEDIMIENTO DE LIXIVIACION DE CHUQUICAMATA (CHILE)

Por

CHARLES W. ERCHROLT.

(Conclusión)

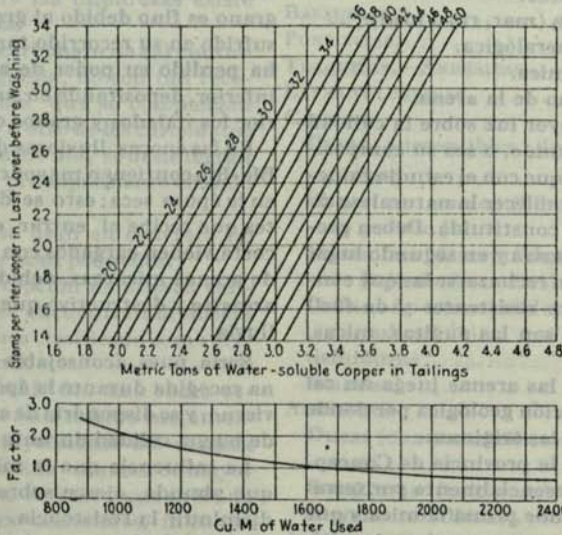


Fig. 12.—Variación del cobre soluble en agua de los relaves

Basada sobre 10,235 toneladas métricas de mineral en carga; 875 metros cúbicos, o sea 8,26 por ciento de agua en los relaves; agua empleada 1,700 metros cúbicos; razón de lavado 800 metros cúbicos por hora. Para convertir las cantidades en tanto por ciento, hay que dividir por 97,23.

El número en el extremo de cada línea indica la cantidad de gramos de cobre, en promedio, por litro de las soluciones en contacto con el mineral durante el remojo.

Los valores dependen de que se empleen 6,600 metros cúbicos de solución de lavado, o sea, 645 litros por tonelada métrica de mineral.

La curva de abajo da los factores para la corrección aproximada de las cifras de arriba, para los volúmenes del agua empleada aparte de los 1,700 metros cúbicos. Multiplíquense los resultados del diagrama de arriba por el factor correspondiente al volumen del agua empleada, determinado de la curva de abajo.

## TABLA PARA LA CORRECCION DE VALORES

DETERMINADA POR EL DIAGRAMA Y CURVA DE LA FIG. 13

Razón de lavado metr. cúbicos. por hora	Multiplicar los resultados por	Razón de lavado metr. cúbicos. por hora	Multiplicar los resultados por
1,200	1,0533	700	0,987
1,100	1,0400	600	0,973
1,000	1,0267	500	0,960
900	1,0133	400	0,947
800	1,0000		

La fig. 13 da las cantidades de solución primaria y agua que forman el adelanto, el descarte y la humedad final de los relaves; también da las cantidades de éstas que hay en el descarte total. De los diagramas de la fig. 11 y de las curvas de la fig 13 se puede calcular el contenido de cobre del adelanto, del descarte y de la humedad de los relaves.

La fig. 12 muestra el efecto de algunos factores que influyen sobre el cobre soluble en agua de los relaves; pero el carácter general del mineral o de los relaves a menudo obscurece muchísimo el efecto de los factores considerados. Los resultados indicados en esta figura concuerdan muy aproximadamente con los resultados medios calculados con los datos de 360 cargas.

El beneficio derivado de una razón de lavado más baja no parece ser tan grande como se podría creer. El aumento en la solución pri-

maria desplazada de los relaves, y que entra en los lavados, en gran parte vuelve a los relaves a través del incrementado contenido de los lavados. El volumen de solución de lavado debe aumentar con la duración del lavado para obtener el efecto completo del aumento del tiempo de contacto. Estando limitados por la capacidad de los depósitos los volúmenes de solución de lavado empleados actualmente, el aumentarlos exigiría establecer un sistema de lavado en contracorriente. Esto sería posible hacerlo simplemente mediante algunos cambios de cañería, aun para una mayor producción, lo que permitirían las instalaciones actuales. Sin embargo, una vez establecido un sistema de esta clase, debe mantenerse una regulación muy cuidadosa del ciclo y la planta de lixiviación no puede servir, hasta el punto que lo hace actualmente, de amortiguador para absorber las irregularidades operatorias. Vale la

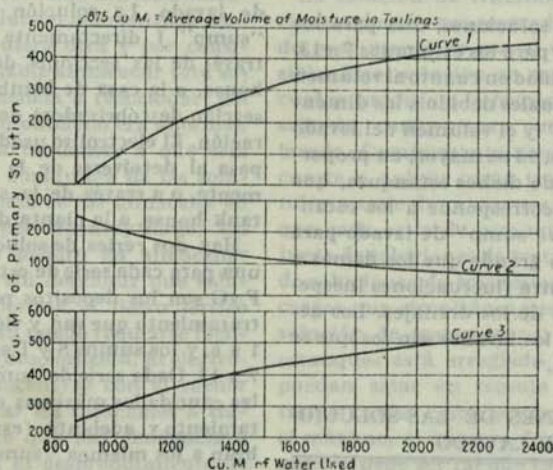


Fig. 13.—Volumen de las soluciones primarias

La curva 1 muestra el volumen de solución primaria en la solución descartada con diversas cantidades de agua, cuando la humedad de los relaves es de 875 metros cúbicos y el descarte se hace entre la producción de solución de tratamiento y el primer lavado. Este es el "adelanto" cuando se descarta electrolito usado. Para obtener el volumen total de solución, réstese 875 de la cantidad de metros cúbicos de agua empleada. Para obtener el volumen de agua en la solución, réstense los valores dados por esta curva del volumen total de solución.

La curva 2 da el volumen de solución primaria en la humedad de los relaves bajo las mismas condiciones de la curva 1. También se aplica cuando se descarta electrolito usado y deberá agregarse al descarte de electrolito usado para obtener el descarte primario total.

La curva 3 da el descarte primario, cuando se hace el descarte bajo las condiciones de la curva 1. Es la suma de las curvas 1 y 2, y da también el volumen de agua adelantado al sistema primario cuando no se hace adelanto deliberado.

Para obtener el volumen total de agua adelantada para el caso en que se hace adelanto deliberado, agréguense los valores dados por esta curva al valor del agua en adelanto, determinado de la curva 1.

Los valores dados por estas curvas están expresados en metros cúbicos por carga tratada. Para reducirlos a litros por tonelada métrica de mineral tratada, divídase por 10,235 la cantidad de metros cúbicos determinada por las curvas.

Las curvas están basadas en el empleo de 6,600 metros cúbicos de solución de lavado, o 645 litros por ton. métrica de mineral.

pena considerar un esquema de este género y realizar un ensayo bajo las actuales condiciones de producción restringida.

Debido a las dimensiones y largo de las cañerías, una tubada de solución concentrada o de electrolito usado, al mezclarse con las soluciones de lavado durante la preparación de lavar la carga, afectaría considerablemente los resultados de esa carga y de varias cargas sucesivas. Es importante usar ciertos sistemas de cañerías solamente para lavar, disponiendo las conexiones de las válvulas de tal modo que sea difícil usar otras tuberías distintas de los sistemas y bombas destinadas al lavado. Las goteras de las válvulas de la planta se revisan por lista a lo menos una vez cada cuatro meses, y con mayor frecuencia cuando se sospechan pérdidas.

#### DETALLES DE LOS SISTEMAS DE SOLUCIONES

Hay dos juegos de soluciones, una para los estanques 1 a 6 y otro para los estanques 7 a 13. Hay alguna irregularidad en cuanto al volumen de los lavados individuales debido a las dimensiones de los "sumps" y el volumen del lavado para los estanques 7 a 13 es mayor, en proporción a la capacidad de dichos estanques, que el volumen del que corresponde a los estanques 1 a 6. El cuarto "sump" de lavado para ambas series es más grande que los demás a fin de precaverse contra fluctuaciones inesperadas en el volumen de los drenajes. Los actuales volúmenes de los lavados son los que se indican en la tabla 4.

TABLA 4.—VOLUMENES DE LAS SOLUCIONES DE LAVADO

LAVADO	Estanques 1 a 6		Estanques 1 a 13	
	SUMP	metros cúbicos Lavado empleado	SUMP	metros cúbicos Lavado empleados
1	H	1.450	P	1.750
2	K	1.450	R	1.750
3	L	1.450	O	1.750
4	M	1.850	N	1.750
Total....		6.200		7.000

Esta tabla muestra que el volumen total medio de solución de lavado que se emplea es de 6.600 metros cúbicos, o más o menos 645 litros por tonelada métrica de mineral. El volumen medio de cada lavado es de 1.650 metros cúbicos,

que es la cifra que se ha tomado en los cálculos generales.

Se alimenta el agua a las dos series de estanques de lixiviación por una sola cañería que sale de un gran estanque de acero que a su vez se surte gravitacionalmente del depósito principal, o por agua que se devuelve con bombas desde la fundición. Desde el estanque de acero el agua va por gravedad a los estanques de lixiviación. Ya se ha tratado de la cantidad de agua que se emplea por carga. El promedio que se toma en cuenta es el de más o menos 1.700 metros cúbicos por carga, o sea, 166 litros por tonelada métrica. En los estanques grandes se emplean alrededor de 200 metros cúbicos más por carga que en los más chicos.

El descarte de post-tratamiento de ambas series de estanques se bombea al "sump" I que tiene una capacidad de 3.200 metros cúbicos. Este sirve como un pequeño regulador en la producción y distribución de la solución de lavado. La solución descartada pasa del "sump" I directamente por gravedad, o a través de las secciones de planchas del tank-house, a la casa de bombas N.º 1 y de allí a la sección descubrizadora de la planta de descloración. El electrolito usado de descarte se traspa al devolverse de la lixiviación, directamente, o a través de la sección planchas del tank-house, a la planta de descloración.

Hay dos series de solución de tratamiento, una para cada serie de estanques. Los "sump" F y G son los depósitos para las soluciones de tratamiento que van y vienen de los estanques 1 a 6, y los sumps S y T sirven a los estanques 7 a 13. Cada serie de "sumps" puede contener las cantidades máximas de soluciones de tratamiento y adelanto (estas últimas se bombean a los mismos "sumps" de aquéllas) que se producen de una misma carga. Tal vez no hay gran necesidad de los "sumps", ya que comúnmente esta solución se va usando a medida que se va produciendo; pero son de gran utilidad para aumentar la flexibilidad de la lixiviación, y se necesitan si hay que vaciar inesperadamente un estanque o un "sump". Este caso se presenta cuando se rompe algún nipple en el desagüe. La ruptura de algún puente de descarga puede hacer necesario emplear los "sumps" de solución de tratamiento a plena capacidad.

La solución concentrada de las dos series de estanques se bombea a través de la casa de bombas N.º 4 a los "sumps" A, C, D o E, y de éstos se traspa a los "sumps" de reserva AA, BB, CC, o DD, o se manda directamente por gravedad a la planta de descloración. La

solución concentrada puede ir directamente a la descloración desde estos últimos "sumps" de reserva. El electrolito usado se devuelve del tank-house a través de la casa de bombas N.º 2 a los "sumps" B, D o E, o a los "sumps" de almacenaje. De todos los "sumps" citados el electrolito sale por gravedad a cualquiera de los estanques de lixiviación.

Al principio se trató de usar los "sumps" de almacenaje, o para el electrolito usado para la solución concentrada que ya había sido desclorada. En el último caso la solución concentrada de la planta de descloración podía bombearse de la casa de bombas N.º 2 al estanque de entrada del tank-house o en caso de exceso en la demanda del tank-house podría bombearse a los "sumps" de almacenaje. En caso de faltar solución concentrada desclorada podía obtenerse de los "sumps" mencionados reemplazándola por electrolito usado.

La descomposición del ácido nítrico avanza más ligero en la solución concentrada desclorada que en cualquiera otra y por consiguiente no fué aconsejable almacenar esta solución cuando la tendencia a reaccionar del fierro, ácido nítrico y molibdeno era anormal. Parece que hay cierta tendencia a que esta reacción se realice en cualquiera de las soluciones primarias, cuando se las almacena en un "sump" por un período muy largo. Sin embargo, hay menos peligro en almacenar solución concentrada sin desclorar que solución ya desclorada, porque el fierro férrico producido en la primera puede reducirse fácilmente en el proceso de descloración. El electrolito usado puede almacenarse con el menor peligro, porque al pasar las soluciones a través del mineral parece que hay tendencia a barrer el NO liberado. El desprendimiento de humos en las soluciones cuando la descomposición del ácido nítrico va en aumento, siempre se advierte primero en la solución de tratamiento, la cual, como ya se ha dicho, es el electrolito usado que ha pasado en contacto con el mineral durante el período más largo. En realidad se han remediado varias situaciones peligrosas haciendo circular todo el rebalse del "tank-house" sobre el mineral lixiviado. El remedio está en el enfriamiento producido por el mineral y la tendencia del NO de escapar por el roce con el mineral y la agitación producida por la circulación rápida de las soluciones. Es recomendable mantener todas las soluciones en movimiento, en cuanto sea posible, todo el tiempo.

Siendo la solución concentrada y el electrolito usado potencialmente lo mismo, las por-

ciones relativas de cada uno en el sistema primario, representan la relación habida entre el suministro de cobre de la mina y de la carga en el tank-house. El objeto de los "sumps" de almacenaje es el de tener un amortiguador o regulador en el proceso. Para obtener la capacidad de almacenaje máxima, es posible usar los mismos sumps tanto para la solución concentrada como para el electrolito usado, dejando suficiente espacio para permitir sacar una clase de solución de un "sump" antes de que haya necesidad de introducir otra. Es deseable mezclar solución concentrada con electrolito usado solamente en el estanque de entrada del tank-house. Los "sumps" A y C nunca se usan para electrolito usado, ni el "sump" B para solución concentrada, por la razón anotada anteriormente, y para facilitar la medición y la mezcla a un grado uniforme de la solución concentrada.

La solución de tratamiento es intermedia entre solución concentrada y electrolito usado, y se mantiene con el mineral todo lo posible. Esta solución no pasa de la carga en la cual se produjo a la próxima carga tratada en seguida, como ocurre con las soluciones de lavado. Comúnmente pasa de una carga a la cuarta o quinta carga tratada después en la misma serie de estanques. Se ha mencionado que cada serie de estanques tiene su propio juego de soluciones de tratamiento. El número de soluciones de tratamiento (o el número de cargas que simultáneamente puede cubrir la solución de tratamiento) para cada serie de estanques está arreglado de tal manera que puedan estar en remojo al mismo tiempo tantas cargas como sea posible. Para obtener el máximo, el número de soluciones de tratamiento debe ser tal que cada solución de tratamiento se produzca casi al mismo tiempo en que se la necesita para cubrir una carga de mineral fresco. Como hay variación en los intervalos de carguío de las cargas sucesivas, no es posible hacer corresponder el tiempo de lavado todas las veces con el tiempo de carga, y al llevar así el máximo absoluto del número de soluciones de tratamiento no quedaría margen de seguridad, el que se necesita en vista de una posible ruptura del equipo de carga y descarga o ante la necesidad inesperada de vaciar un estanque. El máximo absoluto de soluciones de tratamiento en cada serie es uno menos que el número de estanques de la serie que se halla en condiciones de trabajo. Sin embargo, eso requiere el empleo total de los "sumps" respectivos durante ciertos intervalos, de modo que la práctica corriente es

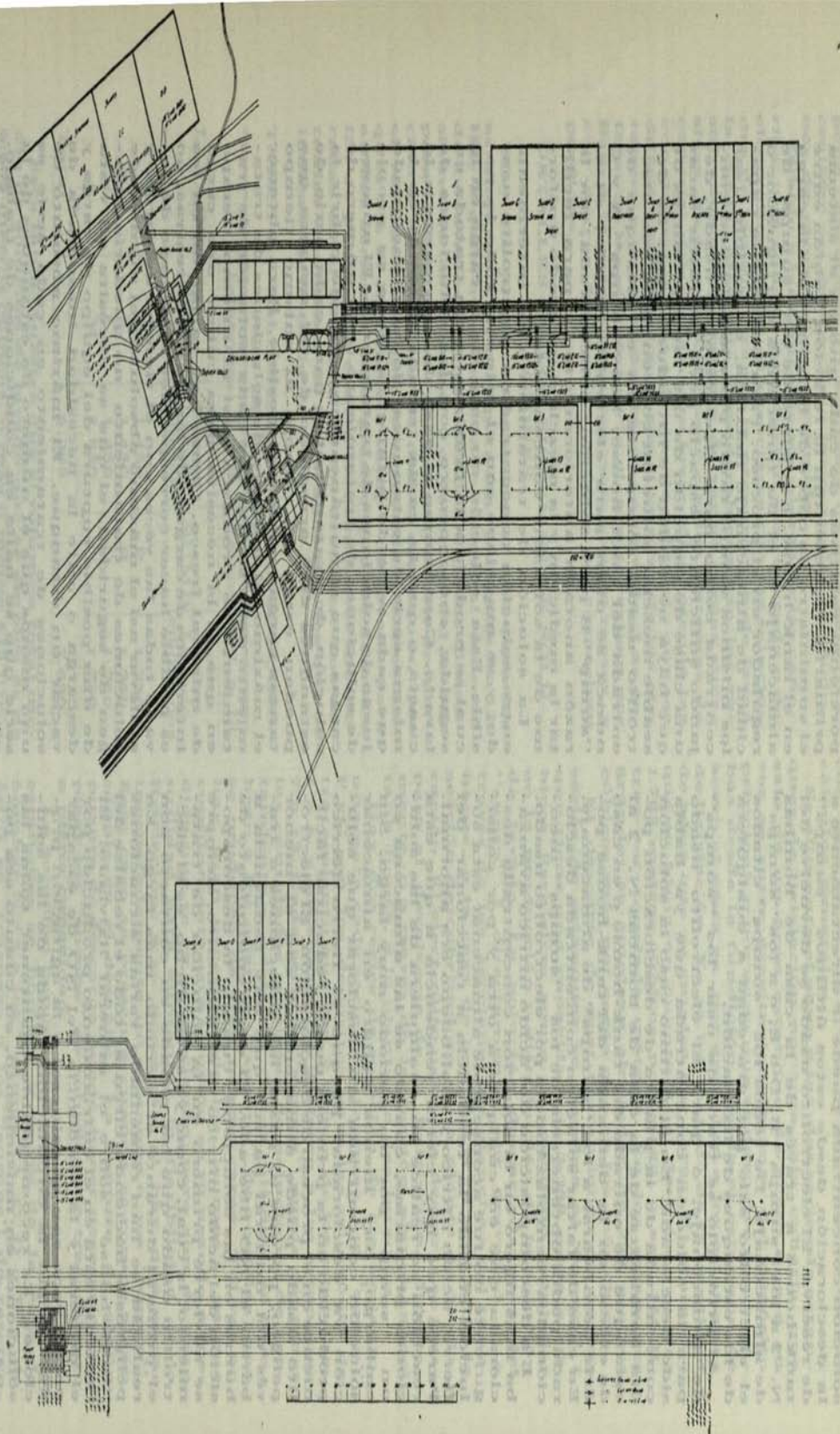


Fig. 14.—Distribución de las cañerías de ácido.

llevar un número de tratamientos en cada serie de estanques igual al número de estos menores. Siendo con los actuales métodos de trabajo el electrolito usado y la solución de tratamiento, de un contenido casi idéntico, el orden del empleo de éstas en el tratamiento de una carga no tiene importancia.

De aquí es que cuando la mina se para los Domingos, sea costumbre cubrir una carga extra en cada serie de estanques, con electrolito usado, aumentando así temporalmente el número de soluciones de tratamiento. Una solución de tratamiento completa se usa después como "adelanto", a fin de desprenderse de esta solución de tratamiento potencial cuando sea necesario. Se recurre a menudo a un procedimiento de esta clase para salvar apuros cuando se necesita cuidar de algún exceso o compensar alguna deficiencia en la cantidad de electrolito usado en el sistema primario.

En la tabla 5 se puede ver el volumen máximo total de solución que se puede llevar con seguridad en el sistema primario. Esta considera 13 estanques en servicio, y contempla el caso en que estando todos los "sumps" llenos con solución concentrada, no haya electrolito usado para almacenar, y vice-versa.

TABLA 5.—VOLUMEN DE SOLUCION EN EL SISTEMA PRIMARIO

<SUMP>	Todas soluciones concentradas sin electrolito usado. Metros cúbicos	Todo electrolito usado sin solución concentrada. Metros cúbicos
A .....	6.400	0
B .....	0	6.400
C .....	3.200	0
D .....	3.200	3.200
E .....	3.200	3.200
AA .....	3.800	3.800
BB .....	3.800	3.800
CC .....	3.800	3.800
DD.....	0	3.200
	27.400	27.400

El "sump" DD, que puede contener 3.800 metros cúbicos, da un cierto margen de seguridad. Para facilitar el cambio de soluciones que se necesita hacer cuando varían las condiciones y para atender a diferencias volumétricas imprevistas y demoras en el descarte de las soluciones, es mejor limitar el volumen total de solución concentrada y electrolito usado

a 26.000 metros cúbicos. El "sump" DD está provisto de un sistema lluvia (para enfriar el electrolito usado devuelto al estanque para mezclar a la entrada del tank-house), así como lo están también los estanques de entrada del tank-house. Cuando éstos están en trabajo, el "sump" DD no está disponible para almacenar solución, y el sistema primario deberá reducirse en más o menos 4.000 metros cúbicos bajo esas condiciones.

TABLA 6.—MAXIMO DE SOLUCION PRIMARIA

	Metros cúbicos
Tank-house y estanques de entrada (actualmente 9.500).....	12.000
Electrolito usado y solución concentrada (sin lluvia) .....	26.000
Soluciones de tratamiento para estanques 1 a 6 (todos en trabajo) 3.200×4.....	12.800
Soluciones de tratamiento para los estanques 7 a 13 (todos en trabajo) 3.600×5.....	16.000
Total.....	66.800

#### EL CICLO

La duración total del ciclo, o sea, el tiempo que transcurre entre la carga y descarga de cada estanque de lixiviación, depende de la tasa de producción; pero algunas divisiones de este tiempo son de duración fija, independiente de dicha tasa. El tiempo medio que se necesita para cargar un estanque con mineral es de más o menos 8 horas. Trabajando con las dos unidades de la planta de trituración se puede reducir el tiempo de carguío considerablemente. Sin embargo, se contempla el carguío simultáneo de un estanque de cada serie en un promedio de 8 horas. Se espera que la capacidad máxima de la planta de trituración alcance para cuatro estanques por día.

El rellenamiento de la carga con solución se puede efectuar durante el carguío, de modo que se pierde el menor tiempo posible de remojo a causa del carguío. Sin embargo, las operaciones de cargar y cubrir el mineral con solución no siempre se pueden ejecutar simultáneamente, de modo que hay que imputar al carguío un atraso medio de 4 horas.

La descarga de un estanque se puede hacer en  $6\frac{1}{2}$  horas. Pero el tiempo total de lixiviación que se pierde por ciclo será de 8 horas porque el carguío sigue con este intervalo a la descarga.

El lavado y drenaje de la carga se puede efectuar en 14 horas; pero se calculan comúnmente 16 horas. Empleando dos juegos de bombas y tuberías simultáneamente, esta operación puede ejecutarse en 10 horas; pero más a menudo en la práctica se retarda la operación antes de acelerarla. Un lavado más lento da mejores resultados que uno rápido; pero el alargamiento del lavado disminuye el tiempo de remojo, de modo que hay que buscar el punto conveniente entre el efecto producido sobre el cobre soluble en agua y el cobre insoluble en agua de los relaves para determinar las proporciones del ciclo que hay que asignar al remojo y al lavado. Trabajando a plena capacidad, será sin duda lo más económico aprovechar para el lavado la capacidad total de bombeo.

El tiempo de remojo y sus divisiones ya se han discutido ampliamente. La duración de éste depende naturalmente de la duración del ciclo menos el tiempo empleado en el lavado, la descarga y el carguío.

Considerando que la capacidad máxima absoluta sea de cuatro estanques diarios durante 13 días de cada 14, y que trabajen los 13 estanques, el tiempo medio entre el principio de dos cargas sucesivas de cada estanque será de 84 horas. En la tabla 7 se indican las divisiones de este tiempo, basadas en el método actual de trabajo. Se dan los tiempos medios.

Los ítems 1, 3, 5, 7, 9 y 10 son más o menos fijos e independientes del ciclo. Todos los demás ítems varían más o menos en la misma proporción con la duración del ciclo. Naturalmente que el número y volumen de las soluciones concentradas producirán algunas diferencias, y el ítem 9 puede alargarse si lo permite el remojo total. Para obtener mejor extracción el ítem 2 debería ser corto y el ítem 8, largo. Como se ha dicho, la suma de estos dos ítems formará siempre una porción más o menos fija del remojo total, alargando uno a expensas del otro, dependiendo la duración de ambos del espacio disponible para almacenamiento de solución concentrada, o de si el suministro de la planta de trituración ha excedido o no a la demanda del tank-house durante un período largo. La duración relativa del primer y tercer remojos afecta directamente al promedio de ácido y cobre en contacto con las soluciones durante el remojo. Habría que remi-

tirse a los cálculos y curvas referentes a este asunto. El acercamiento del ítem 1 al mínimo de 8 horas depende del número de soluciones de tratamiento que haya en el sistema y de la coordinación entre el comienzo del lavado en un estanque con el carguío de algún otro.

Por lo que respecta al manejo de las soluciones, el máximo absoluto de producción está limitado por el intervalo entre el comienzo del lavado de una carga en una de las series de estanques hasta el comienzo del lavado de la carga siguiente en la misma serie. Este intervalo puede reducirse a 8 horas empleando dos bombas en la operación durante una parte del tiempo. Así se pueden tratar seis cargas diarias. Los resultados estarán en relación.

TABLA 7.—CICLO DE CARGA

	Horas
1. Cargar y cubrir con solución (tiempo medio de contacto, 6 hr.)	10,0
2. Desde terminar de cubrir o cargar hasta empezar a dar la primera solución concentrada	15,0
3. Producción de la primera solución concentrada	2,4
4. Término de producción de la primera solución concentrada hasta comienzo de la segunda	6,4
5. Producción de la segunda solución concentrada	2,4
6. Término de producción de la segunda solución concentrada hasta comienzo de la tercera	6,4
7. Producción de la tercera solución concentrada	2,4
8. Término de producción de la tercera solución concentrada hasta comienzo del lavado	15,0
9. Lavado y drenaje	16,0
10. Descarga y demora para empezar el carguío	8,0
Ciclo total	84,0

Con las definiciones establecidas anteriormente se obtendrían los siguientes tiempos efectivos de remojo:

Remojo	Horas
1. = $15 + \frac{1}{2} \times 6$	18
2. = principio a fin tercera soluc.	20
3. = $15 + 2$	17
Remojo total	55



## PLANTA DE VITRIOLO

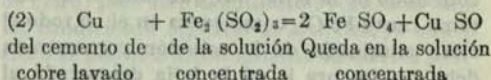
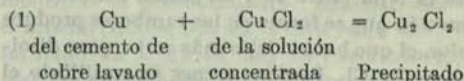
De vez en cuando se vuelve a echar la primera solución concentrada con la misma carga de mineral para enriquecerla más con el objeto de producir vitriolo azul. Esta solución se echa sobre mineral fresco y la carga se deja sumergida durante un ciclo completo de los estanques, para obtener la mayor saturación posible de la solución. Este "droppingout" no es absolutamente indispensable; pero asegura una buena estancada de solución. Cuando la solución ha alcanzado un punto de saturación razonable, o lo más pronto que convenga, se saca de la carga una cantidad de dicha solución suficiente para llenar una de las bateas para vitriolo, y se continúa la lixiviación como de costumbre. Hay dos bateas para vitriolo con capacidad de 540 y 425 metros cúbicos respectivamente. Estas bateas se pueden llenar sin cuidado hasta una profundidad de 77 cm. y tienen superficies de 700 y 550 metros cuadrados respectivamente. El vitriolo se produce por evaporación de 50 por ciento del volumen primitivo de la solución en dichas bateas, evaporación que se efectúa por la acción solar a razón de  $\frac{3}{4}$  cm. por día. El sulfato de cobre formado de esta manera tiene en promedio al rededor de 23,5 por ciento de cobre y sale suficientemente libre de constituyentes nocivos en la solución, para poderlo introducir satisfactoriamente en la solución para planchas primeras ("starting-sheets") que se emplea en la sección de ácidos solubles del tank-house. Comunmente se emplea así para ayudar a mantener el contenido deseado en esta solución y permitir la purificación de ella por descarte. Se ha vendido una cantidad considerable de este vitriolo como producto comercial. La capacidad de la planta es aproximadamente de 60 toneladas mensuales.

## PLANTA DE DESCLORACION

Esta planta se proyectó en primer lugar para eliminar el cloro de la solución concentrada antes de someterla a la electrolisis. Las funciones de esta planta se han extendido a la descobrización de las soluciones que deben descartarse y a la reducción del hierro férrico de la solución concentrada.

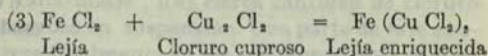
Al entrar la solución concentrada a la planta de descloración, se hace pasar una pequeña porción de ella a un estanque agitador, donde se la emplea para emulsionar lo que se llama cemento de cobre lavado. La emulsión formada

se alimenta al canal que conduce la solución concentrada la que pasa entonces por un agitador Parral, donde se operan las siguientes reacciones:

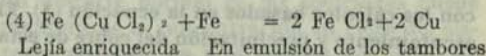


De este modo se efectúa la precipitación del cloro y la reducción del hierro férrico.

Del agitador Parral la solución concentrada pasa a estanques de clarificación y de allí va al tank-house. El cloruro cuproso se asienta en estos estanques, de los cuales se decanta la solución en rotación y se saca el cloruro mediante una grúa y se lo traslada a los cajones mezcladores. En estos cajones el cloruro cuproso se pone en contacto con lejía caliente de  $\text{Fe Cl}_2$ , que lo disuelve posiblemente según la reacción siguiente:



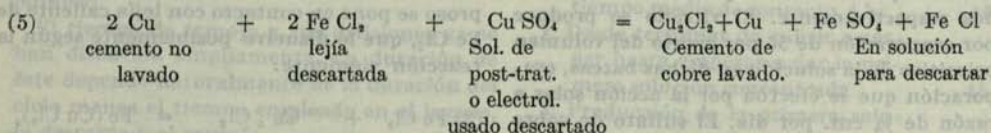
La lejía enriquecida pasa de los cajones mezcladores a los tambores de precipitación, los que se cargan con fierro viejo. En estos tambores se precipita cemento de cobre según la reacción siguiente:



La emulsión de cemento de cobre en lejía pasa de los tambores y sigue a través de pequeños estanques de clarificación en los cuales se asientan los granos más gruesos del cemento. El producto de estos estanques se saca periódicamente y se lo prepara secándolo para despacharlo a la fundición; a veces se lo lava antes de secarlo. De los mencionados estanques clarificadores la emulsión pasa a otros estanques donde se asienta el resto del cemento de cobre. Este producto se denomina cemento de cobre no lavado. De estos últimos estanques la lejía pasa a un depósito desde el cual se la bombea por medio de un air-lift a los cajones mezcladores para disolver más cloruro cuproso. Puede notarse que el contenido de  $\text{Fe Cl}_2$  de la lejía aumenta cada vez después de ponerse en contacto con el cloruro cuproso. Para evitar que la concentración de la lejía se eleve, se le agrega

agua, y el exceso de lejía así producido se desagua o se descarta del sistema para entregarlo al lavador de agitación que se emplea en el proceso de descubrización. Se trata de mantener la lejía entre 26 y 30 grados Beaumé. La reacción que se forma en los tambores produce calor, el que hace la lejía más activa para disolver el  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$ . Para mantener en equilibrio el contenido de la lejía, hay que sangrar del sistema tanto  $\text{Fe Cl}_2$  como entra en él, o todo el cloro eliminado de la solución concentrada debe finalmente ir en la lejía descartada al proceso de descubrización.

El cemento de cobre no lavado se saca con una grúa y se lleva al lavador de agitación en el cual se echa la lejía descartada. En este aparato se pone en contacto la lejía con el cemento de cobre, con solución de post-tratamiento o electrolito usado que haya de descartarse. El cobre se precipita de estas últimas soluciones según la ecuación siguiente:



La solución para descartar pasa del lavador de agitación a otros estanques donde se asienta el cemento de cobre lavado. La solución descartada pasa por estos decantadores y se lleva a los llamados estanques de pampa. El asentamiento no es perfecto y por esto no hay acuerdo con los cálculos basados en la ecuación (5). El asentamiento y precipitación del cobre de esta solución se completa después en los estanques de pampa. El rebalse de los clarificadores de la planta de descloración tiene más o menos en promedio 0,5 gramo de cobre por litro, y el de los estanques de pampa sale con más o menos 0,3 gramo por litro. La solución que sale de estos últimos estanques se bota.

En la ecuación (5) se indica un átomo extra de cobre que no entra en la reacción. Se emplea un exceso de cobre en este proceso para que el producto (cemento de cobre lavado) resulte apto para ser empleado en la descloración de la solución concentrada. Este cemento de cobre lavado se saca de los clarificadores y se lleva al estanque agitador en el cual se prepara la emulsión para la descloración. El cobre de este producto es el que entra en las reacciones (1) y (2). Se observa que el  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$  contenido en este producto no se notó en estas reacciones. No toma parte en ellas y es simplemente

llevado a los clarificadores de cloruro cuproso en la solución concentrada con el  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$  precipitado de ella.

También se indicó una molécula de  $\text{Fe Cl}_2$  en exceso en la reacción (5). Esto denota simplemente que el  $\text{Fe Cl}_2$  recogido en el proceso debe finalmente ir a los estanques de pampa. Podría parecer a primera vista que una parte del cloro de la lejía descartada fué retenido; pero esta retención es sólo aparente ya que el  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$  formado en la descubrización aumenta el formado en la descloración de la solución concentrada, y de aquí resultan las cantidades que entran en la lejía empleada y en la lejía descartada, como se ha explicado anteriormente.

En realidad la cantidad de  $\text{Cu}$  y  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$  que da cualquiera de las ecuaciones y las cantidades producidas no están de acuerdo, como se ha indicado. Hay comunmente un exceso de ambos componentes en todas las reacciones,

y los productos de cloruro cuproso, cemento de cobre lavado y cemento no lavado, son todos mezclas de  $\text{Cu}$  y  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$  en diversas proporciones, aunque el cemento de cobre no lavado lleva muy poco  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$ . Estos productos están además saturados con las soluciones con las cuales han estado en contacto y llevan los valores de  $\text{Cu}$ ,  $\text{Cl}$  y  $\text{Fe}$  correspondientes a la humedad. Es uno de los objetos del proceso de descubrización eliminar el  $\text{Fe Cl}_2$  de la humedad contenida en el cemento de cobre empleado en la descloración. Al principio se usó en la descloración cemento de cobre sin lavar. Este naturalmente estaba saturado con lejía e introducía fierro en la solución concentrada, lo que no es deseable. En el proceso de descubrización, esta lejía se diluye y se reemplaza por la solución descartada, la que está en exceso grande sobre la lejía que entra en el proceso. Por esto es que el proceso de descubrización se llama frecuentemente proceso de lavado. A pesar de este lavado el cemento de cobre lavado lleva algo de fierro que se introduce en la solución concentrada. Para reducir esta cantidad a veces se da al cemento de cobre un segundo lavado. Para efectuarlo se lleva el producto de proceso de descubrización a un agitador donde se le pone en contacto con solución descartada

sola. De este agitador la solución pasa a unos clarificadores donde se asienta el cemento de cobre de doble lavado. La solución, que no se ha modificado materialmente con esta operación, se bombea otra vez al agitador donde se pone en contacto con lejía descartada y cemento de cobre no lavado, y se descubreza según la ecuación (5). El cemento de cobre de doble lavado, que es lo mismo que el cemento lavado salvo alguna modificación en cuanto al contenido de humedad, es el producto que se emplea la descloración de la solución concentrada. Hasta ahora poco ha sido el beneficio visible proveniente de la aplicación de este doble lavado, y su empleo ha reducido la superficie de decantación para las soluciones que hay que botar, en grado suficiente para advertir el aumento del contenido de cobre de dichas soluciones. Trabajando a plena carga, sería imposible usar este doble lavado sin incurrir en una considerable pérdida de cobre. Parece que apenas se justifica el doble lavado, ya que con lavado sencillo la cantidad de hierro introducida con el cemento de cobre parece ser en promedio de solamente 13 gramos por litro, contra 220 grs. provenientes del mineral.

Se ha insinuado que los granos de cemento de cobre lavado van tan cubiertos con  $\text{Cu Cl}_2$  que la eficiencia de este producto en la descloración se reduce muchísimo. Sin duda que esto es a menudo cierto; pero la proporción entre la lejía descartada y el cobre no lavado que se emplea en la descubreza, introduce variaciones considerables en la composición de cemento de cobre lavado. Estas variaciones no siempre se pueden controlar de un modo fácil. Se ensayó un sistema que consistía en lavar parte del cemento no lavado en la solución descartada sin añadir lejía, usando este producto para la descloración con el resto del cemento no lavado que va al proceso de descubreza y devolviendo el producto de este proceso a los estanques clarificadores de cemento de cobre no lavado. En estos estanques el  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$  de los granos gruesos de cobre sería disuelto por la lejía y el producto se volvería a usar como cemento de cobre no lavado. La dificultad que hay con este sistema es que el cemento de cobre no lavado lleva bastante humedad con  $\text{Fe Cl}_2$  para completar parcialmente la descubreza de la solución descartada, sin adición de la lejía directamente descartada y se ensucia hasta cierto grado con  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$ .

Más adelante se darán en una tabla los análisis de los productos de la descloración. Podrán juzgarse las proporciones de  $\text{Cu}$  y  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$  de cada uno de ellos.

La única fuente de donde se introduce cloro a la planta de descloración es la solución concentrada. Si desapareciera el contenido de cloro del mineral habría que añadirle sal o modificar el procedimiento. Aparentemente el mismo cloro se usa una y otra vez, y una vez formado un stock de  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$ , teóricamente podrían mantenerse sin recurrir a una fuente de cloro; pero esto es imposible realizarlo bajo las condiciones operatorias actuales, ya que el cloro se pierde continuamente en ciertos puntos.

El contenido de cobre de la solución que se bota del proceso de descubreza aumenta más rápidamente con la falta de cloro para satisfacer el cobre, que con un exceso de dicho elemento, aunque el  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$  del producto es soluble en  $\text{Fe Cl}_2$ . Por consiguiente, se mantiene comúnmente un ligero exceso de  $\text{Fe Cl}_2$  en la solución que se bota.

Queda una cierta cantidad de cloro en el cemento de cobre que se saca del sistema para mandar a la fundición, aun cuando este producto se trata especialmente para eliminar el cloro.

El asentamiento no es perfecto y pasa al "tank-house" una cierta cantidad de cloruro cuproso en suspensión. Una parte de éste aparece finalmente en los sedimentos que se limpian del tank, y que ya no vuelve a la planta de descloración.

Es cierto sin embargo que con un manejo cuidadoso puede conducirse el proceso con un contenido bajo del cloro en el mineral, aunque cuando éste contenido cae al punto en que con un descarte normal de las soluciones puede mantenerse la concentración en cloro del sistema primario en 0,15 gramos por litro, no resultará económico seguir empleando el actual proceso de descloración o descubreza para este solo objeto. Con un contenido de menos de 0,15 gramo por litro de cloro en el electrolito este elemento no será tan nocivo que necesite eliminarse. Se llegará probablemente a esta situación cuando el contenido de cloro del mineral baje a más o menos 0,01 por ciento; pero en ese caso habrá que tomar en consideración el gano de ácido del mineral. Deberá variarse el punto de descarte para mantener en el sistema primario la concentración de ácido deseada, y ya que sin descloración, la concentración de cloro y ácido total disponible seguirá la una a la otra en la solución, habrá de considerarse la razón entre el gano de ácido y el contenido de cloro del mineral, antes que este último contenido solo. La cifra 0,01 es más baja que la que comúnmente se da para el caso; pero esto se debe a que se tiene

en vista una disminución de los radicales ácidos del mineral juntamente con la disminución del contenido de cloro.

Teniendo presente que solamente un átomo del cobre precipitado del  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$  por el hierro es neto en el procedimiento actual, el costo de la depositación electrolítica del cobre es mucho menor que el de la precipitación por hierro viejo, salvo el caso en que la primera se lleva hasta dejar un contenido de cobre muy bajo en el rebalse de las celdas, aunque hay que tomar en cuenta que la planta de descloración ha impuesto desde el principio gastos considerables en experimentación y modificación del equipo. Por esta razón se ha hecho presente el caso de que será indudablemente económico para la descloración cuando el contenido de cloro del mineral baje a 0,61 por ciento, si no antes, y descubrir las soluciones descartadas por electrolisis hasta el punto más bajo que sea posible sin producir cátodos blandos y terminar la precipitación con hierro viejo. Bajo tales condiciones habrá que cuidar del hierro contenido en la solución primaria mediante alguna adaptación de neutralización o neutralización parcial y purificación con cal de la solución concentrada, o reducción con  $\text{SO}_2$  que sería practicable si el aumento de cobre sulfurado en el mineral guardara relación suficiente con la disminución del cloro y de los radicales ácidos del mismo. También es probable que acompañe a la disminución del cloro una disminución del ácido nítrico del mineral, y si esto último es el único componente de la solución directamente afectado por el molibdeno, con el descarte normal de solución se mantendría el contenido de hierro dentro de sus límites, y las dificultades producidas por el hierro en estado férrico no serían excesivas.

El origen del cobre que entra en los productos de la planta de descloración está en el  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$  de la solución concentrada y el cobre contenido en la solución descartada. Una parte de este cobre (aproximadamente 8 por ciento) sale de la planta en suspensión en la solución concentrada que va al tank-house y en la solución que se bota de los estanques de pampa. El resto se va en la solución concentrada en la reducción del hierro férrico o va a la fundición donde se convierte en ánodos solubles. Estos últimos se usan en el tank-house para producir planchas delgadas. Por uno u otro camino el cobre pasa finalmente a los cátodos del tank-house y más o menos con el mismo gasto. Como se pueden producir buenas planchas delgadas de la solución pri-

maria en celdas con ánodos solubles, y esto está resultando práctico actualmente en el tank-house, no hay la intención de producir cemento de cobre para la fundición, y la reducción del hierro férrico no ocasiona ningún gasto adicional.

La cantidad de cobre que se saca de la solución concentrada es inevitable y depende del contenido de cloro de ella. La cantidad que se saca de la solución descartada depende del contenido de cobre con que queda la solución después de sacar planchas y antes de su tratamiento en la planta de descloración. Cuando la elaboración de planchas se lleva hasta un límite económico (recordando la conveniencia de sacar por lavado el hierro y el cloro del cemento de cobre que se emplea en la descloración) el cobre separado de los procesos queda disponible para la reducción del hierro férrico, y el gasto que ocasiona la precipitación del cemento de cobre así empleado del  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$ , no debería cargarse a esta reducción. Sin embargo si se eleva el contenido de las soluciones descartadas para satisfacer las exigencias de la reducción del hierro férrico, la precipitación del mayor contenido de cobre de la solución descartada debería cargarse a la reducción de ese hierro férrico.

En la precipitación de cemento de cobre por medio del hierro viejo más o menos 7 por ciento del producto resulta demasiado grueso para poderlo usar de un modo eficiente en los procedimientos. Esta porción consiste de granos de cobre de un tamaño mayor que doscientas mallas. Es recomendable sacar una cantidad suficiente del producto de los tambores para asegurar la separación de los granos gruesos, del sistema. Si se saca en los clasificadores anteriormente mencionados más o menos 10 por ciento del cobre ganado en la planta, los resultados se considerarán satisfactorios; de modo que se deducirán del cobre sacado en el proceso, 10 por ciento de cobre grueso y 8 por ciento por pérdida en el producto arrastrado en suspensión por las soluciones, para obtener la cantidad de cobre disponible para la reducción del hierro férrico.

Puesto que el fin inmediato de la precipitación del cobre del  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$  no es el de formar cemento de cobre para usos determinados, sino descomponer el  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$  que inevitablemente se forma, la cantidad de hierro viejo y la capacidad necesaria de los tambores deberían calcularse con relación a la cantidad mínima de  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$  que hay que descomponer. Esto, como se ha establecido anteriormente, depende directamente del contenido de cobre en la solu-

ción descartada y del de cloro en el mineral. Teniendo presente que es necesario precipitar un átomo de cobre extra por cada átomo sacado de la solución, la cantidad de cobre que hay que precipitar puede expresarse por la siguiente ecuación:

$$C = 2 \times L \times D + 17.941 \times N$$

Siendo:

C = gramos de cemento de cobre que hay que precipitar por tonelada métrica de mineral tratado.

L = litros de solución descartada por tonelada métrica de mineral tratado.

D = gramos de cobre por litro en solución para descartar (después de hacer planchas, cuando se la emplea para ello).

N = por ciento de cloro en el mineral.

De este valor de C, comunmente para seguridad, hay que deducir 10 por ciento por el Cu y el  $Cu_2 Cl_2$  que se va en suspensión, por descubrición incompleta de la solución descartada y descloración imperfecta de la solución concentrada. Esta cifra se aumenta con menores contenidos de cloro en el mineral y cobre en la solución descartada. También se puede modificar la cifra por cambio en las condiciones de asentamiento o en el método de manipulación del producto de los estanques de pampa y residuos del estanque de entrada del tank-house.

Bajo las condiciones operatorias posibles actuales, la cantidad de fierro viejo que se consume en la precipitación del cobre del  $Cu_2 Cl_2$  depende principalmente de la clase de fierro que se emplee. Parece que el fierro forjado y el acero dan los mejores resultados, mientras que la fundición y el llamado "bailed-tin" reducen considerablemente la eficiencia. En los últimos cuatro años la cantidad de fierro viejo consumido ha sido en término medio más o menos 0,6 veces la cantidad de cobre precipitado. En las tablas 8 y 10 figura una cifra más alta; pero durante el período a que corresponden dichas tablas se usó una gran proporción de "bailed-tin".

El cemento de cobre que se saca de los clasificadores es un producto mojado y fangoso, con un alto contenido de fierro y cloro debido a la humedad de lejía que lleva. Este producto se deposita en estanques colectores hasta que haya un estanque de preparación disponible, y entonces se los traspasa a este último. Los estanques de preparación están dotados con

fondo de filtro, y con ellos se puede reducir la humedad del producto en 10 a 15 por ciento. Este producto es más barato de tratar en el horno de viento, de lo que sería en su estado original. El contenido de fierro del producto suele ser deseable para el horno de viento, no así su contenido de cloro; por esto a veces se lo lava y se lo seca antes de despacharlo a la fundición. Para lavar lo se cubre el producto con la solución desechada del proceso de descubrición. Esta solución desplaza la mayor parte de la lejía contenida como humedad, y contiene mucho menos cloro y fierro que ésta. La solución desechada se desplaza después por agua, la que se deja escurrir por el fondo de filtro. Si se emplea agua sola en el lavado, se precipitan sales básicas de fierro, y éste no se elimina. Las soluciones desechadas tienen mucho ácido y mediante su empleo en la forma indicada se evita la precipitación de las mencionadas sales básicas.

TABLA 8.—ESTADISTICA DE LAS OPERACIONES DESDE EL 1.º DE OCTUBRE DE 1927 HASTA EL 1.º DE ABRIL DE 1928.

Número de cargas tratadas .....	322
Ton. métr. mineral tratado; promedio por carga 10.176, total .....	3.276.715
Por ciento de cobre total en el mineral tratado.....	1.622
Por ciento de cobre insoluble en ácido del mineral.....	0.053
Por ciento tamaño mayor que 0,371 pulg. en el mineral .....	9.181
Por ciento cobre total en los relaves ..	0.167
Por ciento cobre soluble en agua en los relaves .....	0.022
Por ciento de agua en los relaves.....	8.271
Por ciento de extracción del cobre .....	90.242
Kgs. ácido ganado por ton. métr. mineral tratado .....	7.166
Duración media de los remojos en horas:	
Primero .....	27.19
Segundo .....	41.29
Tercero .....	22.25
Total .....	90.73
Tiempo medio de lavado neto, en horas ..	13.19
Tiempo medio de drenaje, en horas .....	3.51

Contenido medio de las soluciones en contacto con el mineral durante el remojo: 29.97 grams./Litro de cobre y 55.24 Grams./Litro de ácido libre.

TABLA 9.— CANTIDADES Y CONTENIDOS, 1.º OCTUBRE 1927 al 1.º ABRIL 1928

ITEM	Total de metros cúbicos o de Toneladas métricas	Promedio por ton. mét. de mineral tratado Grs./Litros	Cu Grs./Litro	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Grs./Litro	Cl Grs./Litro	Fe total Grs./Litro	Fierro férrico Grs./Litro.
Sol. usada por carga para cubierta original.....	3.336m	3,28 L	16,13	65,58			
Sol. concentrada producida por carga.....	6.670 m	6,55 L	35,41	47,77			
Sol. empleada en desplazar sol. conc. por carga.....	6.670 m	6,52 L	14,19	75,10			
Sol. de tratamiento producida por carga.....	3.336 m	3,28 L	15,21	64,50			
Adelanto y sol. para descubrir. prod. por carga.....	996 m	98 L	8,83	37,69			
Total sol. de lavado usada por carga.....	6.478 m	6,39 L					
Primera sol. de lavado.....			7,28				
Segunda sol. de lavado.....			4,15				
Tercera sol. de lavado.....			2,71				
Cuarta sol. de lavado.....			1,85				
Agua empleada por carga...	1.888 m	1,86 L					
Sol. conc. de planta lixiv. a planta descloración.....	2.136.860 m	6,55 L	35,39	47,85	0,59	4,60	1,37
Sol. conc. de planta descloración a tank-house.....	2.136.860 m	6,55 L	36,19	46,09	0,13	4,62	0,01
Cloro eliminado.....	985 t	301 g					
Fierro férrico reducido.....	2.912 t	889 g					
Electrol. usado devuelto de tank-house a la lixiv.....	2.000.763 m	6,11 L	14,44	78,54	0,21	4,60	1,13
Electrol. usado a descubrir.....	55.697 m	17 L	14,89	74,13			
Electrol. usado después hacer planchas a la descubrición.....	66.977 m	20 L	9,10	86,85			
Sol. post-trt. a descubrir....	152.377 m	47 L	9,77	36,67			
Total sol. a descubrir.....	275.051 m	84 L					
Cobre en soluciones a descubrición.....	2.965 t	905 g					
Total ácido disponible en sol. descartada.....	19.622 t	5.988 g					
Sol. desechada del proceso descubrición.....	298.451 m	91 L	0,56				
Id. de estanques pampa.....	298.451 m	91 L	0,55				
Cobre de estanques pampa.....	107 t	33 g					
Cobre de planta desclor. a la fundición.....	1.359 t	415 g					
Cobre de estanques pampa a la fundición.....	45 t	14g					
Cobre precipitado de cloruro cuproso.....	6.796 t	2.075 g					
Fierro viejo consumido en precipitación de obre.....	4.475 t	1.366 g					
Vitriolo con 23,58%Cu.....	268 t <sup>1</sup>	82 g					

NOTA.— m. indica metros cúbicos; t. indica toneladas.

L. indica litros

g. indica gramos.

Contenido medio de la solución que cubre el mineral antes del lavado: 17.41 Gr./Ltr. cobre y 73.84 Gr./Ltr. ácido libre.

Fierro viejo consumido por 100 Kg. de cobre precipitado: 65.86 Kg.

Con el método descrito de lavado y secado se ha preparado un cemento de cobre que a menudo puede cargarse directamente al horno de ánodos, sin preparación previa en el horno de viento.

Las tablas 8 y 10 dan los resultados de la marcha de las plantas de lixiviación y descloración desde el 1.º de Octubre de 1927 hasta el 1.º de Abril de 1928.

ligeras reparaciones. La capacidad de los "sumps" ya se ha indicado. Todos ellos, con excepción de los de almacenaje, tienen 12 pies de profundidad; los últimos tienen 4½ pies. La profundidad incluye la cubierta de mastic del piso. Los estanques 1 a 6 tienen 150 por 110 por 17 pies 5 pulgadas de profundidad. Los "sumps" y los estanques están provistos de "niples" de descarga de mastic. Cada "sump" lleva un indicador de capacidad para medir la solución contenida. Los flotadores de dichos indicadores son simplemente frascos viejos de "glass solution" que se mueven en guías de madera. La escala de los indicadores está mar-

TABLA 10.—ANÁLISIS MEDIOS

PRODUCTOS EN LA PLANTA DE DESCLORACION, 1.º OCTUBRE 1927 a 1.º MARZO 1928

ITEM	% H <sub>2</sub> O	% Cu	% Fe	% Cl
Cemento de cobre de la planta de descloración a la fundición. . . . .	14,8	80,0	4,6	4,7
Cemento de cobre de los estanques pampa a la fundición. . . . .	25,0	43,0	7,2	1,4
Cemento de cobre no lavado, en proceso. . . . .		72,4	7,5	9,2
Cemento cobre lavado en proceso. . . . .		72,6	1,2	12,4
Cemento de cobre de doble lavado en proceso . . . . .		72,8	0,7	14,9
Cloruro cuproso en proceso . . . . .		68,3	0,4	18,6

MUESTRAS COMPUESTAS DE ELECTROLITO USADO, 1.º OCTUBRE 1927 A 1.º ABRIL 1928

Grs./Lt.		Grs./Lt.		Grs./Lt.	
Cu . . . . .	14,44	Al . . . . .	1,75	K . . . . .	2,36
Acido . . . . .	78,54	As . . . . .	0,242	Pb . . . . .	0,011
Cl. . . . .	0,21	Sb. . . . .	0,009	Sn . . . . .	0,004
Fe . . . . .	4,60	Ca . . . . .	0,475	Mn . . . . .	0,135
SO <sub>4</sub> . . . . .	144,83	Mg . . . . .	0,147	Mo . . . . .	0,248
HNO <sub>3</sub> . . . . .	3,12	Na . . . . .	6,74	Total solids. . . . .	197,78

#### EQUIPO DE LA PLANTA DE LIXIVIACION

Los estanques y los "sumps" son de concreto armado con revestimiento de mastic. Este revestimiento tiene 4 pulgadas de espesor y también tiene armadura que va ligada a las paredes de concreto por ganchos de fierro afirmados en éste. El actual revestimiento de mastic da pruebas de poder durar 20 años con

cada para leer directamente en metros cúbicos.

Los estanques están provistos de fondos de filtro que se componen de madera de pino Oregón de 6"×6" cubierta por dos capas de tabloncillos de pino de 2"×6" con una capa de estera de coco intercalada. La madera de 6"×6" va dispuesta en hileras con intervalos de 10 pulgadas, y los extremos de los palos son





La estera de coco se colocó sobre un falso fondo que se extendía en una superficie de 384 pies cuadrados sobre cada una de las dos salidas. La estera se protegió con madera pesada dispuesta de tal manera que cada pieza se podía reemplazar fácilmente. El resto del piso del estanque se cubrió con pedazos desiguales de maderas y tablonés, solamente para proteger el mastic. Este fondo de filtro debe durar indefinidamente con algunas reparaciones y sería posible descargar este estanque de un modo más completo que los otros, aprovechando, en consecuencia, mejor su capacidad. En este estanque se necesitan 119 yardas de estera de coco contra 1 833 que se emplean en los otros. Los resultados obtenidos con este estanque parecen ser tan buenos como en los otros, aunque todavía hay alguna duda sobre si la pequeña superficie de falso fondo al fin se tapaná.

En la fig. 14 se pueden ver las dimensiones y largo de las cañerías de madera. Estas se hacen en la localidad. Las duelas se cortan de madera de pino de 2x4 pulgadas. Los tirantes circulares son de fierro forjado de  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{5}{8}$  pulgadas de diámetro. Estos tirantes o aros se colocan en la cañería a intervalos de seis pulgadas. Los tubos se hacen de 16 pies de largo, salvo para los puntos en que se requieren largos menores. El machihembrado se llena con pintura de mastic. Los tubos se unen con coplas de duelas de madera. Para conectar la cañería a un "fitting" se coloca en el extremo de la cañería un flange de campana de fierro fundido. Anteriormente se acostumbraba a revestir los flanges con plomo antes de colocarlos a la cañería. Se ha encontrado que es mejor vaciar el material de revestimiento entre la cañería y el flange de campana. La cañería se coloca verticalmente y se sostiene en posición en el flange de campana por un dado. El material fundido para el revestimiento se vacía entonces entre la cañería y el flange. El material consiste en plomo con 20 por ciento de antimonio, aleación de imprenta, practicamente. Ultimamente se han hecho algunos revestimientos de aleación en la parte inferior y mastic en las dos pulgadas superiores. Estos parece que serán satisfactorios. El revestimiento se moldea de modo que quede una cabeza protectora en el frente del flange. Se han ensayado cañería de plomo, cañería de mastic, cañería de fierro fundido con revestimiento de plomo, cañería redwood y cañería de pino oregón. La última ha dado resultados muchísimo más satisfactorios. Una gran parte de la instalación es relativamente reciente, de modo que no se dispone de datos seguros con

respecto a la duración media exacta de la cañería. Hasta ahora se ha indicado que este promedio será de más o menos 10 años, salvo en los primeros 200 ó 300 pies de la descarga de las bombas, donde las cañerías sufren los efectos de las vibraciones e irregularidad de la presión. El material para las cañerías es madera escogida; pero un 5 por ciento de ésta se desecha por inapropiada.

Los "fittings" son de fierro fundido revestido con mastic. Se han ensayado revestimientos de azufre; algunos dieron señales de larga duración; pero cuando se trató de rehacer el revestimiento de estos "fittings" se encontró que el azufre había atacado el fierro fundido y arruinado completamente el "fitting". En las válvulas se colocan asientos de "duriron". La maza de las válvulas es de bronce cubierto con plomo, y llevan un disco de goma insertado en el plomo que asienta contra el "duriron". Se puede tener alguna idea de la magnitud de la instalación tomando en cuenta el hecho de que hay más de 600 válvulas en las cañerías de la planta de lixiviación.

Se emplean bombas centrífugas. (Véase tabla 11).

Obsérvese que a veces la alimentación de solución a las bombas se cierra para dar un lavado más lento. También la proporción de solución que se maneja durante el drenaje es un poco menor que la plena capacidad de las bombas. En la producción de solución concentrada las bombas trabajan a plena carga. El equipo y las conexiones están dispuestas de tal modo que cualquiera operación se puede acelerar más allá de la capacidad máxima de bombeo usando en paralelo dos de cualesquiera de los juegos de bombas y tuberías instaladas para atender a esta operación.

Las bombas numeradas bajo el número 100 están en la casa de bombas N.º 1; las numeradas hasta el 200 están en la casa N.º 2; las numeradas hasta 300 están en la planta de descloración y las numeradas hasta 400 están en la casa de bombas N.º 4.

Ya se ha indicado que los sistemas de cañerías están agrupados para operaciones determinadas. Esta agrupación se puede ver más claramente de la TABLA 10 y Fig. 14, que con cualesquiera explicación detallada. Sin embargo, conviene mencionar que las tuberías 34 y 35 de 24 pulgadas están destinadas a llevar electrolito usado y solución de adelanto a todos los estanques; y están provistas de derivaciones para cada estanque. Las tuberías 50 sirven para conducir solución descartada.

Las bombas verticales están todas provistas



de rodamientos de bolas S. K. F. con conexión, de las de tres pulgadas. Las bombas horizontales no tienen descansos de bolas. Los ejes-cajas y tirantes de las bombas verticales están todos revestidos con aleación de plomo-antimonio. Los impulsores son fundidos del mismo material y llevan una mariposa de fierro fundido. Los zapatos de las bombas van revestidos con mastic y también las válvulas de prueba si las hay. Una mezcla de plomo con 10 por ciento de antimonio ha resultado ser la más conveniente. Las bombas horizontales tienen cajas e impulsores ya sea de plomo-antimonio o de "duriron". Como repuesto se tiene en cada casa de bombas una bomba de cada dimensión, lista para instalar. Cada bomba en servicio se desmonta después de cierto tiempo, y se la reemplaza por otra de repuesto, haya o no indicaciones de desperfectos. Se hacen las reparaciones a la bomba desmontada y se la tiene lista como repuesto. De esta manera se evitan fácilmente rupturas serias de varias bombas a un tiempo, y desde la adopción de este sistema ha habido muy pocas reparaciones grandes que hacer.

Los pozos de las bombas son en su mayoría de concreto con revestimiento de mastic; pero en la casa de bombas N.º 4 se han hecho estanques de mastic armado sólido.

Cada batería de estanques está servida por dos puentes de descarga. Los puentes de los estanques 1 a 6 llevan cucharas de 6 toneladas. Uno de los puentes de la batería de estanques 7-13 lleva cuchara de 12 toneladas, y el otro lleva una de 8 toneladas. Las cucharas son del tipo bivalvo y descargan a tolvas de 50 tons. que lleva el puente, de las cuales se carga a los carros que van al desmonte. Cada juego de puentes trabaja en combinación con dos comboyes de 20 carros cada uno que trabajan paralelamente. Los carros son de tipo "western dump" con descarga lateral. Las líneas que sirven para acarrear los relaves son de trocha normal. Las locomotoras con fogones a petróleo que trabajan en la movilización de los relaves, se han reemplazado por locomotoras

eléctricas y con este objeto se ha instalado en parte un tercer riel y en parte trolley.

#### EQUIPO DE LA PLANTA DE DESCLORACION

El plano general de la fig. 15 y los cortes de la fig. 16 muestran la planta de descloración. Los "sumps" y lavadores de agitación son de concreto con revestimiento de mastic. Los agitadores Parral, los estanques de lejía y canales son de mastic sólido armado. Este tipo de construcción ha dado resultados satisfactorios bajo ciertas condiciones.

Los lavadores de agitación 3 y 4 sirven para emulsionar el cemento de cobre que se usa en la descloración. Los lavadores de agitación 3 y 4 sirven para la descubrición de solución descartada y el 5 se emplea en el segundo lavado del cemento de cobre, cuando se aplica dicha operación. Los agitadores Parral se emplean en la descloración de la solución concentrada. Recientemente se ha instalado un agitador mecánico para apurar la disolución del  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$  en la lejía. Anteriormente el  $\text{Cu}_2 \text{Cl}_2$  se vaciaba simplemente en tolvas cónicas, denominadas cajones mezcladores, a través de los cuales pasaba la lejía. Estas tolvas tenían descarga lateral cerca del fondo. Los agitadores mecánicos se mueven con motores de 30 H. P. Los ejes son de "tobin bronze" y los impulsores, de bronce. Los agitadores Parral han dado resultados más satisfactorios que los otros, pues son mucho más sencillos en lo que se refiere a las reparaciones mecánicas; pero dan qué hacer en el manejo de las emulsiones más pesadas. Con un agitador en cada batería basta normalmente para todo el servicio; el segundo sirve de reserva.

La instalación de bombas ya se ha descrito. Además se emplean elevadores de aire para mover la lejía, la que es corrosiva y desgastante al mismo tiempo. No se ha encontrado un material relativamente barato para las partes de las bombas o revestimientos, que resistan satisfactoriamente a la acción de la lejía.

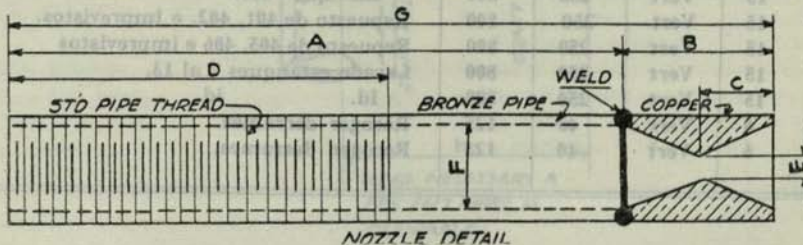


Fig. 17

TABLA 11.—DATOS SOBRE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS

Bomba N.º	Tamaño en pulgadas	Tipo	Potencia del motor	Capacidad media estimada en mtrs. cúbicos por hora	EMPLEO
00	15	Vert.	250	800	Lavado de estanques 1 a 6.
0	15	Vert.	250	800	Lavado de estanques 1 a 6.
1	15	Vert.	250	800	Repuesto de 00, 0, 2 y 3 y para bombear solución conc. no desclor. a depósitos.
2	15	Vert.	250	800	Para devolver electrolito usado del tank-house a la lixiviación o a depósitos.
3	15	Vert.	250	800	Id. que 2.
4	15	Vert.	250	800	Repuesto para 5, 6 y 7.
5	15	Vert.	250	800	Devolver electro. usado a estanque entrada tank-house o a depósitos.
6	15	Vert.	250	800	Id. que 5.
7	15	Vert.	250	800	Id. que 5.
11	9	Vert.	75	250	Circular sol. conc. fresca o de partida.
12	9	Vert.	75	250	Circular sol. conc. fresca o de partida
21	3	Vert.	7½	40	Drenar piso casa bombas y derrames.
21	3	Vert.	7½	40	Id. que 21.
23	4	hor.	20	70	Id. que 21.
31	9	Vert.	75	250	Bombear sol. descart. a planta desclor.
32	9	Vert.	75	250	Id. que 31.
201	15	Vert.	250	800	Bombear sol. desclor. a estanque entrada tank-house o a depósitos.
202	15	Vert.	250	800	Id. que 201 y para o mudar electrol. usado o sol. conc. no desclor. de casa bombas 1. a depósitos.
203	15	Vert.	250	800	Id. que 202.
211	3	Vert.	7½	800	Recoger derrames.
212	3	Vert.	7½	800	Recoger derrames.
311	6	Vert.	40	125	Para usar en segundo lavado cemento Cu.
312	9	hor.	75	125	Id. que 311.
321	4	hor.	20	70	Bombeo sol. conc. para emulsionar cemento de cobre para la descloración.
331	4	hor.	20	70	Sifonear cloruro cuproso de los clarific.
332	4	hor.	20	70	Id. que 331.
333	4	hor.	20	70	Id. que 331.
334	4	hor.	20	70	Id. que 331.
401	15	Vert.	250	800	Dar sol. conc. de todos los estanques.
402	15	Vert.	250	800	Id. que 401.
403	15	Vert.	250	800	Repuesto de 401, 402, e imprevistos.
404	15	Vert.	250	800	Repuesto de 405, 406 e imprevistos
405	15	Vert.	250	800	Lavado estanques 7 al 13.
406	15	Vert.	250	800	Id. id.
411	6	Vert.	40	125	Recoger derrames.
412	6	Vert.	40	125	Recoger derrames.





## SECCION DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DE CHILE

Santiago, 24 de Diciembre de 1930.

Señor

Estimado colega:

En cumplimiento de un acuerdo tomado en la sesión inaugural del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, tengo el agrado de adjuntarle una copia del Proyecto de Estatutos que el Comité Directivo Provisional ha elaborado para presentarlo a la reunión general que se celebrará a mediados de Enero próximo.

Como deseamos que en dicha reunión se aprueben en forma definitiva los Estatutos, esperamos que Ud. se sirva indicarnos, a la brevedad posible, las observaciones que dicho Proyecto le merezcan, a fin de que el Comité cuente con el tiempo necesario para considerarlas y hacerlas valer en la reunión general en el caso de que a Ud. no le sea posible asistir.

Aprovecha esta oportunidad para saludar a Ud. muy atentamente.

O. PEÑA Y LILLO  
Por el Comité Directivo.

La presente circular conjuntamente con un ejemplar del Proyecto de Estatutos fué enviada a los siguientes Ingenieros de Minas y egresados de la Universidad:

Bianchi, Ernesto.  
Cortés, Juan Luis.  
Corcuera, Antonio.  
Díaz, Carlos.

Fenner, Ricardo.  
Flores, Oscar.  
Fritis, Ricardo.  
Gallo, Gonzalo.  
Guillén, Leopoldo.  
Gunkel, Ernesto.  
Hagel, Enrique.  
Hernández, Eduardo.  
Kausel, Ernesto.  
Latorre, Juan José.  
Latrille, Max.  
Mac-Donald, Carlos.  
Melo G., Héctor.  
Meléndez, Horacio.  
Mebus, Rodolfo.  
Muller, Roberto.  
Muñoz M., Ernesto.  
Muñoz C., Jorge.  
Nef A., Eduardo.  
Neuenschwander, Carlos.  
Olivares, Max.  
Ovalle R., Eduardo.  
Palacios O., Daniel.  
Pavez A., Samuel.  
Peña Aguayo, Víctor.  
Pinto, Julio.  
Repenning, Alfredo.  
Romero, Martín.  
Rodríguez, Marín.  
Reyes, Gustavo.  
Riveros, Mariano.  
Schweikart, Adalberto.  
Sundt, Alfredo.  
Sepúlveda, Osvaldo.  
Torres C., Hugo.  
Vallejo, Ricardo.  
Villavicencio, Enrique.  
Vial, Enrique.







## SECCION LEGISLACION

### Reglamento del Código de Minería

En los primeros días del presente mes se entregó al Gobierno el Proyecto de Reglamento del nuevo Código de Minería.

Con este motivo, la Comisión designada para elaborar dicho trabajo dirigió al Ministro de Fomento la siguiente nota:

Señor Ministro:

En cumplimiento de la misión que el señor Ministro de Hacienda tuvo a bien confiarnos por Decreto Supremo N.º 4415, de 6 de Agosto del presente año, tenemos la honra, de elevar al conocimiento de US. el Proyecto de Reglamento del Código de Minería que hemos elaborado.

Para la confección del Reglamento en referencia, la Comisión tomó como base un proyecto de la Sección Minas de la antigua Superintendencia de Salitre y Minas. No obstante esta circunstancia que ha facilitado en parte la labor, la Comisión ha debido desplegar una gran actividad para despachar rápida y totalmente dicho Reglamento.

En efecto, con el alto propósito de contribuir a la dictación de las normas destinadas a regular el desarrollo y fomento de la primera fuente de riqueza del país, la Comisión no ha omitido sacrificio, trabajando diaria e intensamente

durante más de tres meses en el Proyecto, cuya copia acompañamos.

La Comisión ha contado para la dilucidación de los puntos técnicos, con la colaboración entusiasta de los Ingenieros de la Superintendencia de Salitre y Minas, hoy Departamento de Minas y Petróleo, señores Marín Rodríguez y Jorge Muñoz Cristi y del Ingeniero don Oscar Peña y Lillo.

Debemos dejar especial constancia que la Secretaría de la Comisión ha estado servida por los abogados, señores Luis Díaz Mieres y Armando Uribe Herrera, quienes, no obstante lo complejo y delicado de su tarea, han realizado una labor digna de encomio, que en todo momento ha sido de eficaz ayuda para la elaboración del Proyecto de Reglamento.

Las actas redactadas por los Secretarios, que han merecido nuestra aprobación unánime, serán puestas en manos de US. oportunamente.

Dios guarde a US.

(Firmado) Joaquín Irrarrázaval  
Alejandro Lira  
Nicolás Marambio  
Carlos Lanas  
Federico Villaseca  
Emilio Tagle Rodríguez y  
Luis Díaz Mieres y Armando  
Uribe H., Secretarios.



## Reserva para el Estado de las Refinerías de Petróleo y Carbones

1. Informe de la Comisión de Agricultura del H. Senado sobre el proyecto aprobado por la Cámara de Diputados y discusión general del proyecto.— 2. Segundo Informe de la Comisión de Agricultura del Honorable Senado.—3. Discusión particular del proyecto en el Honorable Senado.—4. Informe de la Comisión de Industria y Comercio de la Cámara de Diputados.—5. Discusión en la Cámara de Diputados de las modificaciones introducidas al proyecto por el Honorable Senado.—6. Pronunciamiento del Honorable Senado sobre la supresión hecha por la Cámara de Diputados del artículo que se refiere a los esquistos bituminosos.—7. Texto definitivo del proyecto de Ley.

### 1.—INFORME DE LA COMISION DE AGRICULTURA DEL SENADO SOBRE EL PROYECTO APROBADO POR LA CAMARA DE DIPUTADOS Y DISCUSION GENERAL DEL PROYECTO.

El señor SECRETARIO.—Continúa en el orden de la tabla el proyecto de la Cámara de Diputados a que se refiere el siguiente informe:

“Honorable Senado:

Vuestra Comisión de Agricultura ha tomado conocimiento de un proyecto de ley, aprobado por la Honorable Cámara de Diputados que reserva al Estado el derecho de construir y explotar refinerías de petróleo y plantas de hidrogenización de petróleo o carbón y que dispone, además, que sólo en virtud de una ley se podrá permitir que se construyan y exploten por particulares las refinerías y plantas indicadas.

El proyecto ha tenido su origen en un mensaje del Presidente de la República, en que se somete a la aprobación del Congreso las disposiciones que se han venido refiriendo, en vista de la necesidad que existe de legislar sobre la materia mientras el Gobierno determina la forma de realizar un programa definitivo de política petrolera en el país.

Las ingentes sumas con que grava a la economía nacional, el consumo siempre creciente de los productos del petróleo, dan un carácter de la mayor urgencia a la adopción de una política nacionalista que procure al país el suministro del combustible, carburantes y aceites lubricantes que requiera su consumo con productos de elaboración nacional.

Como lo manifestó a la Comisión el señor Ministro de Fomento, este primer paso permitirá preparar los otros que han de completar el programa a que se alude en el mensaje del Ejecutivo para realizar el anhelo general de obtener la satisfacción de las necesidades del país con sus propios productos.

En las actuales circunstancias, la adopción de una política nacionalista es más que una aspiración; responde a una exigencia que se hace sentir con caracteres cada vez más apremiantes ante los sacrificios que la situación de crisis mundial está imponiendo a las naciones para defender la estabilidad de su régimen monetario.

En mérito de las anteriores consideraciones y de conformidad con lo ordenado en el número 14 inciso 3.º del artículo 10 de la Constitución Política del Estado, vuestra Comisión de Agricultura tiene la honra de recomendaros la aprobación del proyecto en informe en los mismos términos en que lo ha hecho la Honorable Cámara de Diputados.

Sala de la Comisión, a 6 de Septiembre de 1930.—ARTURO LYON PEÑA.—CARLOS VILLARROEL.—A. BORQUEZ.—EDUARDO SALLAS P., Secretario de la Comisión”.

El proyecto dice así:

“Artículo único. Por exigirlo el interés nacional, resérvase para el Estado el derecho de construir y explotar refinerías para beneficio de petróleo importado o nacional, y plantas para la hidrogenización de petróleos o carbones nacionales o extranjeros.

Sólo en virtud de una ley se podrá permitir

que se construyan y exploten por particulares las refineries o plantas a que se refiere el inciso anterior.

Esta ley regirá desde la fecha de su publicación en el DIARIO OFICIAL".

El señor OPAZO (Presidente).—En discusión general el proyecto.

El señor SILVA CORTES.—Yo me permito hacer presente una duda a los señores miembros de la Comisión informante.

No acierto a comprender qué interés nacional pueda aconsejar prohibir a los particulares establecer en el país plantas de hidrogenización de carbón nacional. Comprendo que se establezca esta prohibición respecto del petróleo y del carbón extranjero, pero no que esto se haga respecto de nuestro carbón, que existe en el país en gran abundancia y que no se vende sino en pequeña parte por falta de mercado. Creo que lejos de establecerse esta prohibición, deberíamos fomentar la explotación de nuestras minas de carbón y de procurar que se transforme este combustible y aprovechen sus subproductos tanto como sea posible.

Por esta razón, me permitiría formular indicación para que se suprimieran en el proyecto en debate las palabras: "nacionales o".

El señor VILLARROEL.—Al iniciarse en la Comisión de Hacienda el estudio de este proyecto, se estimó conveniente solicitar la concurrencia del señor Ministro de Fomento, a fin de que diera la opinión del Gobierno acerca de él. Cuando el señor Ministro asistió a la Comisión, dió detenidas explicaciones sobre el objeto y alcance que este proyecto tenía para el país. Posteriormente, la Comisión pidió al señor Ministro se sirviera expresar su opinión por escrito, y así lo hizo Su Señoría. Como entre los antecedentes del proyecto figura el memorándum que presentó el señor Ministro, yo rogaría al señor Secretario se sirviera darle lectura.

—EL SEÑOR SECRETARIO DA LECTURA AL MEMORANDUM EN REFERENCIA.

El señor VILLARROEL.—Deseo agregar dos palabras al respecto.

El honorable señor Silva Cortés, manifestó que con este proyecto de ley se prohíbe la instalación de plantas de refinación del petróleo y la destilación de carbones nacionales o extranjeros. Esta afirmación no es del todo exacta, porque, según lo dispone el inciso segundo del artículo único del proyecto, a virtud de una ley se podrá permitir la construcción y explotación por particulares de plantas de refinación de petróleo o destilación del carbón, se decir,

con la intervención del Congreso Nacional, porque se estima que este problema tiene tal gravedad, que debe ser resuelto con completo conocimiento de la materia.

De modo, pues, que se puede establecer plantas de refinación de petróleo, y de destilación de carbones con autorización legislativa, y la prohibición, entonces, no es absoluta.

El señor ECHENIQUE.—No entiendo bien este proyecto.

Si se creyera que el Gobierno puede instalar una planta de refinación de petróleo, me explicaría la prohibición que contiene el proyecto; pero esto, en verdad, es bien difícil.

Si una sociedad de capitalistas extranjeros quisiera instalar una planta de refinación de petróleo entre nosotros, estimo que permitirlo sería dar un gran paso para el progreso del país, porque daría ocupación a muchos obreros. Con la instalación de esta planta, se evitaría, además, la importación de petróleo refinado y se importaría únicamente petróleo bruto, lo que sería muy beneficioso porque disminuirían las cuantiosas sumas de dinero que por este rubro salen al exterior.

No creo que esta industria pueda instalarla el Gobierno.

Por lo que respecta a la destilación de carbones el problema me parece mucho más grave todavía. Tenemos en el país muchos millones de toneladas de carbón. Si cualquiera sociedad carbonífera quisiera establecer una planta de destilación, yo aplaudiría esa iniciativa y aceptaría que el Gobierno le prestara toda clase de ayuda. Por eso no me explico la disposición de este proyecto que pone dificultades a estas iniciativas privadas.

Soy partidario de que las industrias estén en poder de nacionales; pero, cuando tengamos capitales para implantarlas. No creo que en los momentos actuales en que algunas industrias nacionales tendrán que paralizar sus faenas, sea oportuno propender con este proyecto a aumentar las importaciones. Si supiéramos que el Gobierno está resuelto a implantar una refinación de petróleo, me explicaría la aprobación de este proyecto; pero, si eso no es posible y lo que se quiere es decir que si el Gobierno no lo hace, no debe hacerlo nadie, la verdad es que no me lo explico.

No me parece conveniente limitar la libertad industrial y restringir el trabajo, precisamente en los momentos en que nuestras industrias están amenazadas de una paralización.

Repito que encontraría justificada la prohibición, si esta industria la implantara el Go-

bierno, pero si no es así, no veo la razón para que se diga que nadie puede hacerlo.

Por eso no acepto esta idea.

El señor VILLARROEL.—El señor Ministro de Fomento nos dió explicaciones sobre el alcance del proyecto y datos que no me atrevo a repetir en sesión pública, porque estimo que no hay conveniencia en hacerlo.

El señor VALENCIA.—Podemos constituirnos en sesión secreta.

El señor VILLARROEL.—Este proyecto se ideó para evitar un grave e inmediato peligro, que no hay conveniencia en manifestarlo en público.

El señor PIWONKA.—El problema es interesante y vale la pena reunirnos en sesión secreta.

El señor VILLARROEL.—Si el Senado lo encuentra conveniente, yo daría las explicaciones en sesión secreta.

El señor NUÑEZ MORGADO.—Oigo con mucho agrado la insinuación de que este asunto se trate en reserva; pero rogaría al Honorable Senado que esto se hiciera mañana para traer algunos documentos que poseo, a fin de cooperar a la discusión, cosa que hoy no podría hacer, porque no vengo preparado.

El señor VALENCIA.—Tampoco veo inconveniente en dejarlo para mañana.

El señor VILLARROEL.—Sería interesante insinuar al señor Ministro de Fomento la conveniencia de concurrir a la sesión, para tratar este asunto con pleno conocimiento de causa.

El señor LYON.—Voy a dar algunas explicaciones sobre este proyecto.

En general, no soy partidario de los monopolios, porque encarecen los artículos y hacen que se produzcan de calidad inferior. Pero en las circunstancias económicas por que atraviesa el país en estos momentos, creo que todo lo que propenda a mantener el equilibrio de la balanza comercial, es una cuestión de alto interés y que debemos aprobar.

La balanza comercial pasa hoy por una situación alarmante, y considero que con la aprobación de este proyecto podríamos propender al restablecimiento de su equilibrio.

Hoy se está importando gasolina, kerosene, lubricantes diversos y fuel oil, por valor de 160.725,000 pesos al año. Por derechos de aduana, impuestos, gastos de distribución y otros rubros, queda en el país la suma de 72.576,000 pesos. El saldo es más o menos de 89.000,000 de pesos al año.

Para producir en Chile, estos subproductos del petróleo, gasolina, lubricantes, etc., se necesitaría importar alrededor de 207,000 to-

neladas de petróleo crudo que valen 37.744,000 pesos, lo que dejaría una ganancia líquida en favor de nuestra balanza comercial, de 52 millones de pesos al año.

Sería muy interesante establecer en Chile una fábrica para producir los derivados del petróleo. Se dice que esto puede hacerlo cualquier particular; pero la instalación de estas fábricas es costosa, y tendría que establecerse en el país más de una, para poder elaborar las 207,000 toneladas. Con la escasez de recursos económicos que tenemos, es muy difícil que se puedan establecer fábricas de esta especie.

En países más importantes y ricos que el nuestro, España y Francia, por ejemplo, el Fisco ha establecido por su cuenta estas fábricas y se ha obtenido un resultado muy halagador.

El propósito del Gobierno de Chile es tener en su mano este monopolio para realizar alguna negociación que permita establecer alguna fábrica de esta especie en el país.

En lo referente al petróleo que se puede sacar del carbón, en realidad, las observaciones que hizo el señor Silva Cortés, me han impresionado, porque el objeto que se tiene en vista, es impedir la entrada del petróleo refinado, lo que no impediría aceptar que se estableciera la refinería o destilación del carbón. Yo mantengo mi opinión en cuanto a la refinería del petróleo; pero no veo por qué habría de restringirse la destilación del carbón de nuestras minas.

El señor MARAMBIO.—Como la discusión de este proyecto va a quedar pendiente para la sesión de mañana, no voy a referirme, por ahora, al punto que acaba de tratar el honorable Senador, sino a otro que debe ser considerado atentamente.

Existen actualmente en el país algunas plantas de refinación de petróleo. Creo que son dos o tres y yo, al menos conozco una, la que funciona en Coquimbo. Esta por el momento, sólo ha podido dedicarse a la producción de parafina, porque sufre la dura presión de las empresas extranjeras. Es una planta que produce unos cien mil litros mensuales y tan importante es la competencia que esta fábrica presenta al producto similar extranjero, que la parafina se vende actualmente en esa región a 35 centavos el litro, siendo que su precio en el Norte y Sur es de 60 centavos. Aún conozco casas importadoras de este artículo que han tenido que bajar el precio a 45 centavos, estableciéndose de esta manera una diferencia de

precio, entre los mercados de Santiago y Coquimbo, de 35 centavos.

El señor VALENCIA.—Esa fábrica ¿destila carbón?

El señor MARAMBIO.—No, señor Senador; refina petróleo crudo importado y sólo saca parafina, que se vende a un precio mucho más barato que en Santiago y Taltal.

Todo esto está indicando que una pequeña planta basta para establecer una interesante competencia y abarata el artículo.

En consecuencia, no sería conveniente dictar esta ley en los términos generales en que viene redactada, sin agregar una disposición que ampare a las industrias establecidas, las cuales no podrían seguir funcionando si se despachara el proyecto como está concebido. El espíritu de este proyecto no puede ser el de perjudicar las industrias nacientes. Por eso me parece que habría que agregar un artículo segundo que dispusiera que las refinerías ya establecidas podrán seguir funcionando sin necesidad de una nueva autorización legislativa.

El señor ECHENIQUE.—Y si se establecieran otras plantas particulares...

El señor MARAMBIO.—No me pronuncio todavía sobre la conveniencia o inconveniencia de legislar para el futuro; pero me refiero a la situación de las usinas ya establecidas cuya situación debe contemplarse. Ahora, si se desea expropiar estas fábricas por un motivo de utilidad pública, eso sería materia de una ley de expropiación.

Por eso formulo indicación para que en la discusión de este proyecto se tome en cuenta la idea que he insinuado.

El señor HIDALGO.—Por las observaciones que han formulado los señores Senadores se ve, evidentemente, que este proyecto no consulta los intereses vitales del país, que se quieren defender.

Si dijéramos, por ejemplo, que las actuales explotaciones quedan fuera de la ley, el capital extranjero, que es listo y visor, sabría aprovechar esta circunstancia para comprar las pequeñas usinas y al amparo de la ley las transformarían en plantas que competirían con las establecidas por el Estado.

Como estimo que este proyecto es muy incompleto, y a fin de considerar las observaciones que han hecho los señores Senadores, me permito insinuar la conveniencia de volver este negocio a Comisión, para oír al señor Ministro de Fomento y redactar un proyecto que abarque el problema en todos sus aspectos.

Con un proyecto que contemple el problema

en todos sus aspectos, podríamos entrar a considerar en sesiones secretas para estudiarlo con toda la amplitud y detención que merece.

La Comisión podría considerar las opiniones vertidas en esta sesión y consultarlas en el nuevo proyecto, especialmente las que se refieren a la destilación del carbón.

Formulo, pues, indicación para que el proyecto vuelva a Comisión.

El señor OPAZO (Presidente).—Su Señoría tendría que ser apoyado por otros dos señores Senadores.

El señor VALENCIA.—Sin perjuicio de que mañana oigamos las explicaciones del señor Ministro, yo estaría llano a aceptar la indicación del honorable señor Hidalgo.

El señor SILVA CORTES.—Oigamos mañana al señor Ministro.

El señor HIDALGO.—Yo cuento con el apoyo de dos señores Senadores; pero si el Honorable Senado quiere oír, desde luego, al señor Ministro, no tengo inconveniente para postergar mi indicación.

El señor SILVA CORTES.—Lo interesante es conocer la razón fundamental que ha tenido el Gobierno al presentar un proyecto tan interesante como el de que se trata.

El señor HIDALGO.—Es que las observaciones formuladas por Su Señoría mismo, relativas al carbón, como las que se refieren a la destilación de los esquistos bituminosos y otros aspectos del problema, es evidente que no están consultados en la Ley. Por eso he retirado, por el momento, mi indicación, pero sólo en la inteligencia de que el proyecto en debate ha de servir únicamente de base a un futuro proyecto completo sobre la materia.

El señor OPAZO (Presidente).—Por retirada la indicación que había formulado el honorable señor Hidalgo, continuará en el sesión de mañana la discusión general y particular del proyecto.

El señor HIDALGO.—Estamos sólo en la discusión general.

El señor OPAZO (Presidente).—El proyecto consta de un solo artículo y, en consecuencia, corresponde discutirlo en general y particular a la vez.

El señor HIDALGO.—Ruego a la mesa que solicite el acuerdo unánime del Senado para dividir en este caso la discusión. Si no se procediera en esta forma, me vería en el caso de tener que insistir en mi indicación de que el proyecto vuelva a Comisión.

El señor OPAZO (Presidente).—Sólo con el asentimiento unánime del Senado podría acor-

darse dividir la discusión en general y particular, porque según el Reglamento los proyectos que constan de un solo artículo se discuten en general y particular a la vez.

Si no hay inconveniente por parte de la Sala, quedará acordado dividir en general y particular la discusión de este proyecto.

Queda así acordado.

En consecuencia, continuará mañana la discusión general.

Se levanta la sesión.

## 2.—SEGUNDO INFORME DE LA COMISION DE AGRICULTURA DEL HONORABLE SENADO

Honorable Senado:

Por acuerdo de esa Corporación, de fecha 20 del actual, se envió por segunda vez a Comisión el proyecto de ley de la Honorable Cámara de Diputados que reserva para el Estado, el derecho de construir y explotar refinerías para beneficio de petróleos importados o nacionales y plantas para la hidrogenización de carbón.

Es inoficioso reproducir en este informe las razones que aconsejan la aprobación del proyecto ya que ellas fueron consignadas anteriormente por la Comisión.

Durante el debate producido en el Honorable Senado, acerca de este asunto se hicieron valer diversas consideraciones que la Comisión ha tomado especialmente en cuenta y cuyo alcance y conveniencia pasa a expresarlos.

En primer término puede consignarse la idea de si debe establecerse o no un plazo para la reserva en cuestión a que se refiere el artículo primero del proyecto.

Dentro de este concepto, el señor Ministro de Fomento, expresó la conveniencia de señalar un término, pero no muy breve, ya que de otra manera las firmas interesadas en obtener el monopolio del petróleo podrían dejarlo transcurrir y negociar con el Estado en condiciones desfavorables para éste, una vez que la reserva hubiera terminado.

Varios señores Senadores hicieron presente la conveniencia de limitar este plazo en vista de que el peligro indicado por el señor Ministro, con ser efectivo, era menor que el que podría producirse ante un término amplio ya que la solución de este problema podría dilatarse en forma inconveniente para los intereses fiscales.

Después de un extenso debate en que se estudiaron minuciosamente las razones que

abonan uno y otro procedimiento, la Comisión acordó establecer la reserva para el Estado, de la refinación de petróleo por el término de cinco años.

A continuación del artículo único del proyecto de la Honorable Cámara, se ha agregado uno nuevo que contempla la situación de los refinadores de petróleo que tengan instalaciones en explotación o construcción con anterioridad a la fecha en que entre en vigencia la ley en gestación. A estos refinadores se les otorga el derecho a continuar la explotación de sus instalaciones, pudiendo aumentar hasta el doble su capacidad actual de explotación.

La Comisión creyó de estricta justicia, amparar estos derechos legítimamente adquiridos y conservar la pauta que en esta materia han trazado nuestros Códigos y leyes en vigencia, determinando que una ley no puede tener efecto retroactivo.

Por lo demás, no hay conveniencia alguna que aconseje la abolición de estos derechos sino muy por el contrario, algunos refinadores de petróleo se encuentran en la actualidad ensayando procedimientos de refinación cuyos resultados al Gobierno le interesa y conviene conocer.

Se han reservado, también, los derechos que existen constituidos legalmente a favor de particulares sobre esquistos bituminosos y otros hidrocarburos en estado sólido, a excepción del carbón, y para hacer efectiva esta medida se ha consultado en un artículo la suspensión de la autorización concedida por el inciso 2.º del artículo 3.º del Código de Minería.

Las razones que aconsejan la expresada modificación, son análogas a las relacionadas a propósito de los refinadores de petróleo.

En mérito de lo dicho, vuestra Comisión de Agricultura tiene a honra recomendar a la aprobación del Honorable Senado el proyecto de ley en estudio, con las modificaciones que se han expresado.

Artículo 1.º Intercálase en el inciso 1.º entre las palabras "Estado" y "el derecho de..." las siguientes palabras: "por el término de cinco años", reemplazando en este mismo inciso la frase inicial que dice: "Artículo único" por "Artículo 1.º"

Suprímese el inciso 3.º

A continuación del anterior se han agregado los siguientes artículos nuevos, bajo los números que en ellos mismos se expresan:

"Artículo 2.º Los refinadores de petróleo que tengan instalaciones en explotación o en construcción con anterioridad a la promulgación de la presente ley, tendrán derecho

a continuar la explotación de sus instalaciones, pudiendo aumentar hasta el doble su capacidad de explotación actual.

Estos refinadores deberán, dentro del plazo de un mes, comprobar ante el Ministerio de Fomento, su capacidad de producción.

Artículo 3.º Suspéndense, a contar desde la fecha de la promulgación de la presente ley, la autorización concedida por el inciso 2.º del artículo 3.º del Código de Minería en cuanto se refiere a la constitución de pertenencias mineras sobre esquistos bituminosos y otros hidrocarburos en estado sólido, a excepción del carbón.

Artículo 4.º La presente ley comenzará a regir desde la fecha de su publicación en el DIARIO OFICIAL".

Sala de la Comisión, a 25 de Noviembre de 1930.—ARTURO LYON PEÑA.—CARLOS VILLARROEL.—GABRIEL LETELIER ELGART.—EDUARDO SALAS P., Secretario de la Comisión.

### 3.—DISCUSION PARTICULAR DEL PROYECTO EN EL HONORABLE SENADO

El señor CABERO (Presidente).—Entrando en el Orden del Día, corresponde tratar los asuntos de la tabla.

El señor SECRETARIO.—En el primer lugar de la tabla figura el proyecto sobre reserva del derecho de construir y explotar refinerías para el beneficio del petróleo y plantas para hidrogenización de carbones y petróleos.

Este proyecto quedó pendiente en su discusión particular, conjuntamente con las modificaciones propuestas por la Comisión, respecto a su artículo único, que, de acuerdo con esas mismas modificaciones pasa a ser artículo primero.

El señor CABERO (Presidente).—Ofrezco la palabra en la discusión particular del proyecto.

El señor RIOS.—En la última sesión en que se trató este proyecto, me permití hacer algunas observaciones tendientes a demostrar que, a mi juicio, el proyecto, tal como lo aprobó la Honorable Cámara de Diputados, contempla mejor el interés nacional y el espíritu que indudablemente tuvo en vista el Ejecutivo al enviar el mensaje al Congreso que el proyecto con las reformas de la Comisión.

Decía, además, que, según mi manera de pensar, este proyecto no viola ninguna disposición constitucional, como se pretendía demostrar por una Compañía interesada en esta

materia, ni lesiona derechos de terceros, puesto que si ello ocurre, deberán ser justamente indemnizados. Esta ley se dicta, tal como lo dice el artículo 1.º del proyecto, "por exigirlo el interés nacional", y con ello se da cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 10 número 14 de nuestra Carta Fundamental.

Creo, señor Presidente, que no habrá para qué insistir en esta materia y que no habrá duda alguna entre los honorables Senadores respecto a la constitucionalidad del proyecto en debate.

Ahora, por lo que respecta a la conveniencia de reservar para el Estado el derecho de construir y explotar refinerías para beneficio de petróleo importado o nacional y plantas para la hidrogenización de petróleos o carbones nacionales o extranjeros, estimo, señor Presidente, que nadie la puede discutir.

Los problemas relacionados con los combustibles se han considerado siempre como básicos y sobre los cuales descansa, precisamente, la economía industrial de un país. Hasta hace pocos años sólo se contaba con la explotación de los yacimientos de carbón para los consumos industriales, de navegación, ferrocarriles, etc., y, por esta razón, Inglaterra controlaba casi todo el tráfico marítimo del mundo con sus grandes estaciones carboneras diseminadas en todos los mares.

La aparición del petróleo cambió radicalmente todos estos problemas, y desde entonces hasta hoy se ha venido desarrollando, principalmente entre Estados Unidos e Inglaterra, la lucha de mayor trascendencia comercial que hasta la fecha se ha presentado en todo el mundo.

Todos los países del mundo se han preocupado y se preocupan, de preferencia, de los problemas relacionados con los combustibles, como que constituyen la base de su progreso industrial y económico y el principal elemento para la defensa de la integridad territorial. Sólo nosotros, hasta hace muy poco tiempo, teníamos enteramente descuidado este problema, y hubo un momento en que, por falta de previsión o por otras causas, que no es del caso señalar, estuvimos a punto de entregar a firmas extranjeras a manera de concesiones o privilegios, todas las posibilidades petrolíferas que tenemos al Sur de nuestro territorio.

No habrán olvidado los señores Senadores que a mediados del año 1927 se envió un mensaje al Congreso, que fué aprobado por el Honorable Senado, y por el cual se facultaba al Ejecutivo para hacer concesiones de terreno para explotar petróleo de un millón de hectáreas al

Norte del Paralelo 47 y de (cinco millones de hectáreas) al Sur de dicho paralelo. Las Comisiones respectivas de la Honorable Cámara de Diputados rebajaron estas cifras a (quinientos mil y un millón), respectivamente. Y la Cámara, a indicación del que habla, y después de una ruda batalla, en que se pusieron en juego todas las argucias parlamentarias, inclusive aquella de que los que votaran mi indicación quería decir que no tenían confianza en el Gobierno, logró rebajar estas cifras a las siempre enormes e inauditas de 500,000 para explorar y 150,000 para explotar petróleo.

Estuvimos, pues, a punto de entregar a particulares y todavía a extranjeros, todas nuestras posibilidades petrolíferas del Sur,

No sería justo, señor Presidente, si en esta oportunidad no recordara la patriótica actitud de la Sociedad Nacional de Minería que en diversas comunicaciones hizo presente al Ejecutivo la conveniencia que había en reservar para el Estado todas las posibilidades petrolíferas a que me vengo refiriendo, y en nota confidencial que he tenido en mis manos, se hace ver en forma que no deja lugar a dudas los peligros que encerraría para el futuro de Chile el hacer concesiones de tal naturaleza.

Afortunadamente, un Ministro más previsor y más consciente del valor de nuestras riquezas, hizo despachar una ley, que todos mis honorables colegas conocen, y por la cual se suspenden los efectos de la ley anterior y se entrega al Estado la facultad de explotar todas las posibilidades petrolíferas de nuestro territorio.

Pero el interés particular no descansa, y ya se han empezado a hacer gestiones para obtener monopolios o concesiones para la instalación de refinerías de petróleo y plantas para la hidrogenización de nuestros carbones. Nuevamente el Ejecutivo se ve precisado a defenderse y a pedir al Congreso que dicte la ley que hoy se discute, a fin de que no vaya a manos de particulares una fuente de riquezas que sería salvadora para nuestra situación económica y nos traería la solución del problema de los combustibles.

Por esto, señores Senadores, yo creo que debemos dictar esta ley que nos pide el Ejecutivo; pero debemos dictarla en forma amplia, sin restricciones y sin fijarnos en que podemos dañar pequeños intereses particulares que, por muy respetables que ellos sean, jamás podrán igualarse a los grandes intereses de la colectividad.

Consecuente con esta manera de pensar estimo, señor Presidente, que debemos eli-

minar la limitación de plazo que la Honorable Comisión ha creído conveniente introducir en el artículo 1.º, cuando dice que se reserva para el Estado, "por el término de cinco años", el derecho de construir y explotar refinería para beneficio de petróleo, etc., etc. y también creo que debemos dejar el inciso segundo de este artículo en la forma en que fué despachado por la Honorable Cámara de Diputados y que la Honorable Comisión ha creído del caso suprimir.

Creo, señor Presidente, que dejando este inciso en la forma en que aparece en el proyecto de la Honorable Cámara de Diputados, resguardamos también los intereses de los particulares, porque si hay alguno de ellos que tenga un buen procedimiento y capitales, ya sea para la hidrogenización del carbón o para la refinación del petróleo, no tiene más que presentarse al Gobierno pidiendo autorización para instalarse y ofreciendo tales y cuales garantías, que serán examinadas por el Ejecutivo, y enviará al Congreso el mensaje correspondiente.

Creo, por último, honorable Senado, que como inciso segundo debe agregarse al artículo 3.º propuesto por la Comisión y por el cual se suspenden, a contar desde la fecha de la promulgación de esta ley, la autorización concedida por el inciso segundo del artículo 3.º del Código de Minería en cuanto se refiere a la constitución de pertenencias mineras sobre esquistos bituminosos y otros hidrocarburos en estado sólido, a excepción del carbón. Estimo, señor Presidente, como dije hace un momento, que debemos dictar esa ley en forma amplia y dejar en manos del Estado hasta la más remota posibilidad de obtener petróleo nacional; y esta posibilidad se encuentra también en los esquistos bituminosos y demás, hidrocarburos en estado sólido.

En cuanto al artículo 2.º propuesto por la Comisión y que dice "los refinadores de petróleo que tengan instalaciones en explotación o en construcción con anterioridad a la promulgación de la presente ley, tendrán derecho a continuar la explotación de sus instalaciones, pudiendo aumentar hasta el doble su capacidad de explotación actual", creo que debe suprimirse lisa y llanamente, para que no queden en manos de particulares sin el control y sin las garantías que el Estado debe tener en ellos.

De consiguiente, formulo indicación para que en el artículo 1.º propuesto por la Comisión, se suprima la frase "por el término de cinco años" y para que al mismo artículo se le agregue el inciso segundo contemplado en el



proyecto de la Honorable Cámara de Diputados.

El señor CABERO (Presidente).—Se va a dar lectura a una nota de la Asociación Carbonera de Chile.

El señor SECRETARIO.—Excmo. señor Presidente del Senado:

Carlos Barroilhet, presidente de la Asociación Carbonera de Chile, a V. E. digo:

La Asociación que represento está en conocimiento del proyecto de ley que estudia al Senado, relativo a la reserva para el Estado del derecho de refinación del petróleo e hidrogenización de petróleos o carbones nacionales o extranjeros.

Al considerar esta cuestión, el Directorio ha considerado conveniente representar a V. E. algunas ideas generales relacionadas con esta materia, para que de ellas conozca el Senado, conjuntamente con los demás antecedentes que obran en poder de V. E.

Nos parece oportuno el texto de la ley en tramitación, por cuanto se asegura para el Estado actividades que mantienen el espíritu de protección a la industria nacional del carbón en la forma que viene desarrollando el Gobierno desde hace algún tiempo y para lo cual se dictó la ley llamada de Fomento Carbonero.

Por otra parte, nuestra Asociación está preocupada de resolver el problema de destilación del carbón, para lo cual ha hecho serios estudios.

Las Compañías carboníferas estiman beneficioso para el interés nacional, y para el de la propia industria carbonera, la reserva que se solicita para el Estado, como asimismo el plazo fijado en el proyecto de ley.

Dentro de dicho período, que es de cinco años, la Asociación Carbonera de Chile está cierta de encontrar la solución adecuada que, contemplando favorablemente todos los aspectos del problema, le permita presentar al Gobierno el proyecto respectivo.

Creemos, sí, que la reserva para el Estado debe ser establecida en términos absolutos, sin el otorgamiento de concesiones de clase alguna que, al aceptarse, significarán constitución de derechos que pudieran perturbar seriamente cualquiera solución a base del carbón nacional.

Factor de importancia capital, en estos momentos de nacionalización de las actividades industriales, es la protección al carbón, que sólo en tres empresas que están en explotación y ubicadas en la bahía de Talcahuano y en el Golfo de Arauco, están representadas por una inversión de centenas de millones de pesos;

que pagan sueldos y jornales por valor de 44.000.000 de pesos anuales; que ocupan a 14.000 personas entre empleados y obreros; que tienen una población superior a 51.000 habitantes y que finalmente, adquieren maderas y materiales por cantidades que pasan de 19.000.000 en igual período.

Sírvase V. E. dar curso a esta solicitud.

Es gracia.—Asociación Carbonera de Chile.—CARLOS BARROILHET, presidente'.

El señor MARAMBIO.—Voy a decir dos palabras para referirme a las últimas que ha pronunciado el honorable señor Ríos, o sea a su indicación para suprimir, lisa y llanamente, el artículo que permite el funcionamiento de establecimientos hoy en trabajo.

Como lo manifesté en ocasión anterior, me he referido a este punto del proyecto, porque existe en Coquimbo un establecimiento de esta clase, que yo conozco, y he dado datos precisos sobre los beneficios que ya está reportando a esta región. Sin embargo, se pretende con esta ley, en que no se contempla en forma alguna la situación de las industrias ya establecidas, obligar a cerrar dicho establecimiento.

Esto lo hice presente estando aquí presente el señor Ministro de Fomento, quien me dijo que no importaba, porque por ahora no se cerraría el establecimiento, que se esperaría un tiempo más, y que cuando llegase el momento oportuno, se le daría una indemnización.

Esto significa dictar una ley para no cumplirla lo que no es conveniente en ningún caso.

En el proyecto se sacrifica sencillamente una industria en pleno auge, sin establecer la expropiación; es decir, que en el hecho se haría una expropiación sin la indemnización correspondiente, lo que sería inconstitucional. Si hay un interés general del Estado que aconseje prohibir el ejercicio de esta industria, está bien, prohibámoslo, pero désele la indemnización que corresponda. Pero aquí no se habla ni de prohibición, ni de indemnización.

Si mañana dictamos esta ley, ¿se podrá impedir a un compatriota que siga ejerciendo una industria permitida por las leyes y que trae beneficios para la región en que se halla establecida? Creo que sí, y ese compatriota se verá obligado a cerrar las puertas de su establecimiento, salvo que se lo tolere en funciones la benevolencia del Gobierno, el que, en tal caso, infringiría la ley.

Por eso es que me extraña que mi distinguido colega venga a pedir la eliminación del artículo propuesto por la Comisión. Si con esto pretenden que una industria establecida se vea obligada