

BOLETIN

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente
Cárlos Besa

Vice-Presidente
Cesáreo Aguirre

Directores

Aldunate Solar, Cárlos
Avalos, Cárlos G.
Chiapponi, Marco
Dorion, Fernando
Elguin, Lorenzo

Gallardo González, Manuel
Gandarillas, Javier
Harnecker, Otto
Lecaros, José Luis
Lira, Alejandro

Maier, Ernesto
Malsch, Cárlos
Pinto, Joaquin N.
Vattier Cárlos
Yunge, Guillermo

Secretario

ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

Azufre en Chile

No participamos de la opinion corriente que afirma que el suelo de Chile es privilegiado por la naturaleza, de tal manera que nuestro pais posee por ese solo capítulo una riqueza escepcional, extraordinaria, comparada con la de otras nacionalidades.

Por el contrario, creemos que nuestras riquezas naturales, escepcion hecha del salitre, son de un valor mediano, i que solo llegaremos en el porvenir a una situacion verdaderamente sobresaliente mediante al trabajo i a la industria.

Pero entre nuestras riquezas naturales tienen un valor considerable por su magnitud nuestros yacimientos de azufre. Este material constituye el principal componente de grandes serranías como los de Ascotan, en la provincia de Antofagasta i del Tacora, en la de Tacna.

Ambos depósitos se encuentran a corta distancia de ferrocarriles que permiten fácil explotacion. Particularmente el trabajo i el desarrollo del de El Tacora importarian para el Estado una fuente de entradas de consideracion para el Ferrocarril de Arica a La Paz que luego se entregará a la explotacion. Como se sabe, ese ferrocarril carecerá en el primer tiempo de carga que trasportar, i pasará su servicio a constituir un considerable gravámen para los inte-

reses fiscales. Contribuir a reducirlo, aumentando su carga, importa, pues, tratar un punto de vista muy interesante para el interés fiscal i nacional.

Favorecerán la producción de El Tacora en nuestro país, la excepcional riqueza natural de los yacimientos locales, i la relativa suavidad de su clima comparativamente a los yacimientos que se encuentran en la misma altura mas al sur; la facilidad para disponer de la mano de obra que se encuentra en relativa abundancia mas al oriente en la altiplanicie boliviana; i por último la tarifa de hecho proteccionista que establecerá el Ferrocarril nacional de Arica.

Con la concurrencia afortunada de las circunstancias espuestas, la producción de El Tacora podría abastecer al consumo del mundo entero.

Desgraciadamente por una u otra causa accidental i próspera i por lo mismo remediable, i referente a la condicion de pureza con que se entrega la producción nuestra al mercado de consumo, la situación en el momento no se presenta propicia. En los últimos años en lugar de aumentar la producción nacional ha disminuido, aumentando en cambio extraordinariamente la de importación de Italia i Japon.

De 245 toneladas a que ascendió ésta en 1902, ha ascendido a cuatro mil toneladas en 1911.

En este último año se ha pagado al extranjero un valor de 50 millas esterlinas que ha debido i debe quedar íntegramente en favor de nuestra economía nacional.

Nuestra tarifa aduanera señala para esa importación un impuesto de 25% ad-valorem, que como se ve, en el primer tiempo no es bastante para estimular nuestra producción, induciéndola a establecer las fábricas de refinación del material que abunda en estremada proporción en nuestro suelo.

Si en alguna ocasión pueden aceptarse los derechos prohibitivos de aduana es cuando con ellos se persigue la transformación de materias que abundan excepcionalmente en el propio suelo, comparativamente al de otras naciones i de derechos que no afecten exajeradamente al costo de alimentación i vestido. Este es precisamente el caso del azufre.

Debe irse a un derecho que prohíba toda internación dando garantías a la vez de que él subsista mientras se desarrollan fábricas nacionales de refinación.

En jeneral todo derecho de protección a una industria afecta i grava a otros. Esto es inconcuso e inevitable residiendo la cuestión solo en reflexionar hasta qué punto los gravámenes para una industria son equitativos relativamente a los bienes que ellos van a producir a otra que exige necesariamente su apoyo.

En el caso nuestro algun gravamen sobre la internación del azufre afectaría solo a dos industrias i en mínima proporción, al del salitre i la vinícola, los que son precisamente los mas prósperos de Chile.

Justo i lógico es, pues, afectarlos si ello es necesario para hacer nacer una nueva, que va a favorecer tan considerablemente al interés fiscal i al nacional.

De esta manera es como se ha procedido en los Estados Unidos, cuya producción de azufre de 7,400 toneladas (siete mil cuatrocientos) en 1902, ascendía siete años despues, en 1909, a 300,000 toneladas (trescientos mil)—es decir, a un tercio de la producción mundial que debe acercarse hoy a un millón de toneladas.

En Estados Unidos ha bastado para desarrollar la industria un impuesto

de £ 2, por tonelada importada. Entre nosotros no sería este bastante, i habría que elevarlo al 60%, base de protección corriente en nuestra legislación aduanera o sea de £ 6 por tonelada i declarar a la vez que ese impuesto se mantendría sobre esa base por lo ménos durante diez años.

CÁRLOS G. AVALOS.



La industria del mármol en Carrara

Los Alpes Apuanes que corren paralelamente a la costa del mar Ligure, entre el golfo de Spezia i la ciudad de Lucca, encierran el gran depósito marmolífero conocido con el nombre de Apuane, que sin duda es el más importante hasta hoi conocido i explotado. Comprende dicho depósito cuatro centros productores de mármol, a saber: Carrara, Massa, Versilia i Garfagnana; el primero de los cuales es por mucho el más importante i ha sido el que hemos estudiado particularmente en el terreno.

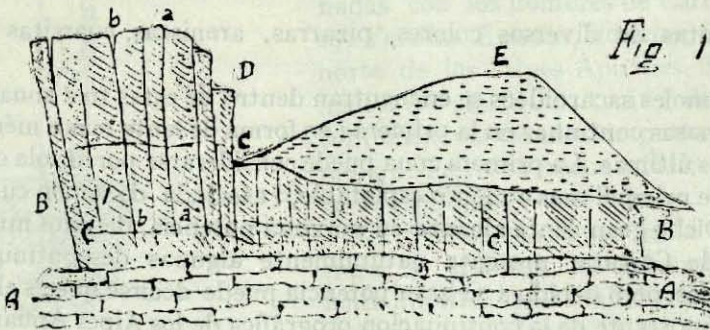
Para mayor sencillez en la esposicion, hemos dividido la presente memoria en cinco capítulos:

- 1.º Jeolojía de los Alpes Apuanes;
- 2.º Explotacion de las canteras;
- 3.º Trasportes;
- 4.º Beneficio o elaboracion del mármol;
- 5.º Datos estadísticos.

I.º JEOLJÍA DE LOS ALPES APUANES

Nos referimos aquí al mapa jeológico del ingeniero D. Zaccagna, que se acompaña, i tomamos de una publicacion suya el conjunto de este capítulo.

Los Alpes Apuanes están constituidos principalmente de las formaciones:



paleozoica i secundaria. La primera se reduce exclusivamente al sistema permiano (gneiss i micaesquitos con lentes de esquitas calcáreas intercaladas) que

forma el núcleo i la base de la cadena montañosa. La formación secundaria, mas desarrollada, presenta los sistemas: triásico, liásico i cretáceo.

El sistema triásico es el mas importante del grupo, tanto del punto de vista jeológico, por su enorme desarrollo i la gran variedad de rocas que presenta, como del punto de vista industrial por cuanto de él se estrae casi todo el mármol que se explota.

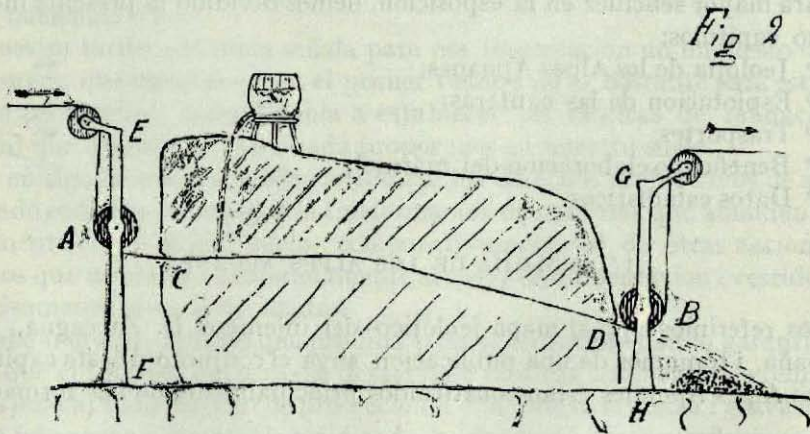
El sistema liásico i el cretáceo se presentan en cambio incompletos, poco desarrollados i encierran solo en puntos aislados mármoles coloreados que se explotan en menor escala como mármoles de ornamentación.

El mismo sistema triásico se presenta incompleto, pues falta el trias inferior; i el trias medio, formado de calcáreas blancas, grises i dolomitas, descansa directamente sobre el permiano.

Los mármoles blancos sacaroideos que son el principal objeto de la explotación industrial, se encuentran distribuidos en varios niveles de trias superior, mui desarrollado en potencia i en estension i cuando se presenta completo comprende, de abajo hácia arriba, las siguientes variedades petrográficas.

1) Una masa calcárea con dolomitas cristalinas, jeneralmente de color blanco, que forma la base de trias superior.

2) Rocas calcáreas de color gris i estratiformes.



3) Esquitas de diversos colores, pizarras, areniscas, cuarsitas i anajenitas.

Los mármoles sacaroideos se encuentran dentro de estas tres zonas presentándose en masas continuas en la primera i en forma de lente mas o ménos grandes en las dos últimas. La primera zona puede considerarse por sí sola como una gran lente de mármol mas o ménos explotable, i asociada de vez en cuando con dolomitas. Dicho gran lente alcanza su máxima potencia, de unos mil metros, en la rejion de Carrara; presenta naturalmente algunas discontinuidades e irregularidades, pero debido a su gran potencia puede decirse que es el continente mas importante de la continuacion orográfica de los Alpes Apuanes.

Las especies de mármoles mas importantes que se explotan de esta lente son: el mármol blanco ordinario, el blanco venado, el bardiglio o mármol ceniciento i el estatuario que es el mas escaso i el mas valioso.

A menudo se encuentran lentes de mármol explotable en la zona 2. En Carrara precisamente se encuentra en esta segunda zona una importante lente cuya potencia alcanza a 250 metros i que encierra, fuera de los mármoles blancos ordinarios, una apreciable cantidad de estatuario; en condiciones semejantes se encuentra mármol estatuario en la rejion de Massa.

En Massa i cerca de Seravezza se encuentran lentes de estatuario, blanco i bardiglio aun en la zona 3, o sea la superior.

Como se ha dicho, la zona 1 o inferior es la mas considerable, i la lente de mármol que la constituye cubre una estension que puede estimarse en 5,900 hectáreas, estendiéndose sobre las dos faldas de la cadena montañosa, en una lonjitud de 22 kilómetros.

La estension de las lentes de mármol de las otras dos zonas superpuestas puede estimarse en 200 hectáreas.

Fuera de los yacimientos citados existen depósitos de brechas multicolores que forman parte del sistema triásico. Estas brechas si bien no tienen una

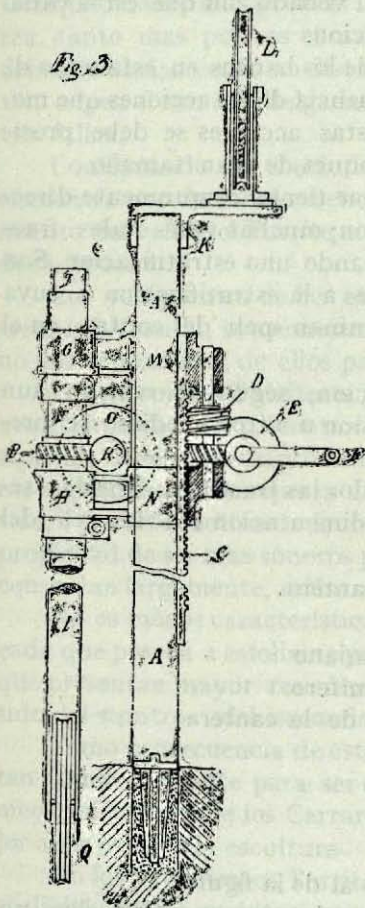
gran importancia industrial, se explotan por su belleza como materiales decorativos; se encuentran en la parte inferior de los yacimientos de mármoles propiamente tales i sobre las calizas del trias medio, donde forman un banco de poco espesor que señala el límite inferior de la zona explotable de los mármoles. Se trata propiamente de brechas de contacto, formadas segun parece por la friccion entre la masa de mármol i las rocas calizas del trias medio, durante los movimientos orojénicos que han sido mui violentos i complicados en la rejion Apuana.

Estudiando particularmente los depósitos de mármol propiamente dichos, se ve que ellos se presentan en mayor abundancia en los valles de los rios Carrione, Fríjido i Bezza, o sea en las rejiones marmíferas designadas con los nombres de Carrarese, Massese i Versilia. Existen, ademas, en la vertiente norte de los Alpes Apuanes, dos valles, llamados del Turriti o Arni i del Vinca, que contienen cantidades importantes de mármol que han sido reconocidos, pero que aun no se explotan.

En el Carrarese, o sea en la rejion de Carrara, se explotan los mármoles de la gran lente inferior, que suministra mármol ordinario en abundancia; i las lentes de las dos

zonas superiores (2 i 3), que suministran el estatuario.

La gran lente inferior contiene mármoles de diversas calidades, siempre



mas o ménos explotables, sin intrusiones esquistosas, metalíferas o dolomíticas, como suele acontecer en otras rejiones.

Los bancos de mármol de la dicha gran lente mantienen constantemente al SO. o sea normalmente a la direccion de los valles marmíferos, que quedan, por decirlo así, ahogados en la masa de mármol, la que presenta por consiguiente una considerable superficie de afloramiento, estimable en 800 hectáreas. Las circunstancias apuntadas han contribuido a favorecer el desarrollo de la industria extractiva de los mármoles de esta rejion, que se practica desde los tiempos mas remotos.

Los mármoles del Carrarese se diferencian, por su estructura característica, de los mármoles de los otros valles citados. En efecto, a causa de su profundo metamorfismo han adquirido una pronunciada estructura cristalina; tal accion metamórfica queda igualmente en evidencia por las variaciones de color que la masa presenta, las cuales variaciones no concuerdan con la estratificación; no es raro encontrar, dentro de una misma cantera, un mármol que pasa del blanco mas puro al blanco ceniciento i al venado, sin que estas variaciones guarden ninguna relacion con la estratificación.

Raras i difíciles de precisar son las junturas de los bancos en esta masa de mármol, porque ellas han sido borradas a consecuencia de las acciones que modifican la estructura sedimentaria primitiva, i a estas acciones se debe precisamente el que se encuentren en estas rejiones bloques de gran tamaño.

No escasean, por el contrario, las fracturas que tienen comunmente direcciones bien distintas de los planos de estratificación; muchas veces tales fracturas tienen un marcado paralelismo como remedando una estratificación. Son muy frecuentes las fracturas mas o ménos normales a la estratificación i cuya direccion es la misma de los bancos; ellas se denominan «peli del contro» en el lenguaje del lugar.

Las fracturas, segun el plano de estratificación, segun el «verso», aun cuando son las mas fáciles de producir por percusion u otros medios, se presentan raramente, como hemos visto.

Se designan con el nombre de «peli del segundo» las fracturas dirigidas segun inclinacion de la montaña i normales a la sedimentacion i a los peli del «contro».

En la figura 1 que representa en corte una cantera.

- A A =esquitas del permiano
- B B =yacimiento marmífero
- C D =frente de ataque de la cantera
- C E =desmonte
- a a i b b =«peli del contro»
- c c =«peli del verso»

Los «peli del segundo» serian planos paralelos al de la figura.

Las diferentes clases de factura favorecen la explotacion, cuando ellas no se encuentran demasiado próximas, al extremo de subdividir demasiado la masa.

Una cantera se hace fácilmente explotable cuando presenta numerosos

pele del contro, cuya distancia varia de 50 centímetros a 2 metros; tal cantera puede suministrar económicamente bloques adaptables a todos los usos ordinarios del mármol.

Con respecto a las lentes de mármol de las dos zonas superiores, en el Carrarese se ha hecho la siguiente observacion; presentan las mismas clases de fracturas descritas mas arriba; su estructura, siendo mui semejante a la de los mármoles de la lente inferior, es un poco mas cristalina, circunstancia que los hace mas quebradizos i tienen mayor tendencia a desagregarse en la superficie por la accion de los agentes atmosféricos.

El mármol estatuario, que se encuentra de preferencia en las dos zonas superiores, presenta mui manifiestamente las características apuntadas i tiene, ademas, la siguiente peculiaridad: presenta en su depósito gruesas venas de esquita calcárea que lo dividen en bancos; dichas venas tienen forma irregular i se ramifican a veces cortando oblicuamente los bancos de mármol, de manera que éstos quedan divididos en bloques. Es un hecho sancionado por la práctica que cuanto mas gruesas i vecinas se encuentran las venas de esquita calcárea, tanto mas puro es el mármol interpuesto. El máximo de pureza se obtendria cuando las venas no distaran mas de un metro; cuando están mui distantes, o bien si son mui delgadas, es frecuente que los blocks de mármol presenten fallas.

Continuando con el estudio de los yacimientos de las otras localidades, se encuentra uno de índole esencialmente diferente al Carrarese; tal es el yacimiento del valle del Turríte o Arni, situado en la vertiente norte de la cadena Apuane.

Los yacimientos de las otras dos rejiones que hemos citado, o sean el Massese i el Versilia, se asemejan ya al Carrarese o ya al Turrítense, de manera que no nos ocuparemos de ellos particularmente.

Los mármoles Turrítenses presentan una estructura sacaroidea mucho ménos acentuada i no presentan la semi-trasparencia de los Carrareses; ademas, aquéllos tienen una mayor tendencia a fracturarse profundamente, las trizaduras se producen a semejanza de las trizaduras que se producen en una masa vítrea, i por este motivo se denominan mármoles vidriosos; tienen tambien la propiedad de ser mas sonoros por percusion que los Carrareses, propiedad que conservan largamente, miéntras que éstos la pierden despues de algun tiempo.

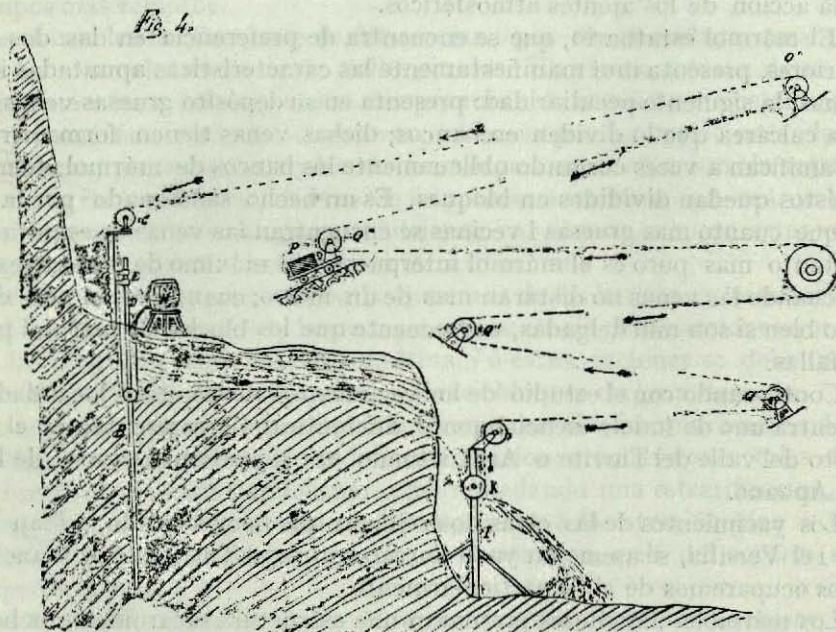
No es ménos característica en los mármoles Turrítenses, la tendencia marcada que poseen a esfoliarse paralelamente al plano de estratificacion, miéntras que presentan mayor resistencia que los de Carrara para quebrarse en el sentido del «contro» i del «secondo».

Como consecuencia de esto, resulta que los mármoles del Turríte se prestan admirablemente para ser cortados en planchas i para los usos arquitectónicos, miéntras que los Carrareses, gracias a su compactidad, se adaptan mejor a los usos de la escultura.

En los yacimientos Turrítenses se presentan rara vez e irregularmente los «pele del contro», miéntras que los «pele del verso» son mas frecuentes i regulares; condiciones éstas que inducen a adoptar un sistema de explotacion diverso del que se opera en las Canteras de Carrara, donde la disposicion de las facturas es diferente o, mas bien dicho, opuesta, como hemos visto anteriormente.

2.º ESPLOTACION DE LAS CANTERAS

Los trabajos preparatorios, o sea propiamente la abertura de una cantera, consiste en descubrir una estension mas o ménos considerable de mármol esplotable; tal operacion se efectúa estrayendo la tierra i la parte superficial desagregada del mármol con los métodos ordinarios valiéndose de la pólvora cuando el caso lo requiere.



Estos trabajos preparatorios constituyen por sí mismos el reconocimiento de los yacimientos; en el caso que ellos pongan de manifiesto desde el principio la existencia de un yacimiento esplotable, los trabajos preparatorios se prosiguen regularmente; se construyen caminos de acceso, obras complementarias, etc.; en caso que los primeros indicios sean desfavorables se abandonan sencillamente los trabajos preparatorios empezados para iniciarlos en otros puntos.

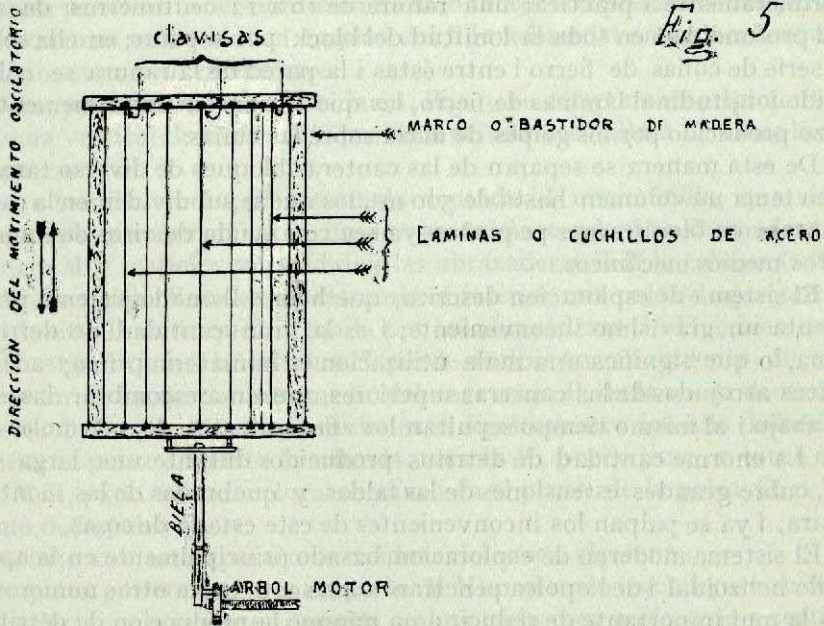
Abierta la cantera, o sea eliminada la tierra, roca estéril que cubre el mármol propiamente dicho, se inician los trabajos de esplotacion.

Los sistemas de esplotacion varian con las peculiaridades del yacimiento, pues se tiene siempre en vista aprovechar lo mejor posible las fracturas naturales existentes. Ellos han sufrido, naturalmente, modificaciones i mejoras, sobre todo en los últimos tiempos; con la adopcion de medios mecánicos, entre los que fijuran principalmente el hilo helizoidal, la polea penetrante de Monticolo, las perforadoras a aire comprimido i las rotativas con corona de diamantes, de que nos ocuparemos mas adelante.

Distinguiremos dos sistemas de esplotacion: el primitivo o a mano, i el moderno o sea el que utiliza los medios mecánicos enumerados; ambos siste-

mas se practican actualmente combinándose entre sí en el trabajo de muchas canteras.

El primitivo, que trata de sacar el mayor partido posible de las fracturas naturales, consiste en aislar un block determinado sobre tres planos; el superior se encuentra jeneralmente libre, ya que forma la superficie del terreno; el plano anterior se talla con la ayuda de pequeños tiros con pólvora, de manera



de hacerlo próximamente vertical; en el sentido de los planos laterales se practican, con pequeños tiros de mina, cortes llamados canales, de una anchura de 1 metro próximamente i cuya profundidad depende del espesor del block que se quiere aislar.

Aislado el block sobre tres planos i limitado jeneralmente en la cara posterior por una fractura natural o peli del contro, que como sabemos son frecuentes, queda adherido a la montaña solo por dos de sus caras: la inferior i una lateral. Es precisamente la operacion de aislarlo, segun estas dos caras, la que requiere el conocimiento preciso de las propiedades que posee el mármol de fracturarse mas o ménos fácil i regularmente segun direcciones determinadas. A este respecto sabemos que los mármoles Carrarese se parten regular i fácilmente segun los planos del «verso» i del «secondo», mientras que presentan mayor resistencia i se parte irregularmente segun el plano del «contro».

Para producir la separacion del block segun las dos caras que adhieren todavía, se practican en esas caras i segun la direccion del «verso» i «secondo», no en la del «contro», tiros de mina cuya longitud varia entre 2 i 8 metros segun el tamaño del block preparado. Uno de estos tiros, cargado convenientemente, debe partir el mármol mas o ménos segun un plano, sin fracturarlo; un tiro demasiado cargado, aun cuando esté dirigido segun el «verso» o el «secondo», produce fracturas perjudiciales; por este motivo se prefiere proceder gradualmente cargando el tiro con pólvora al principio i aumentando gradualmen-

te la cantidad hasta que la última explosión produce la completa separación del block deseado.

A veces se prefiere destacar el block adherente según dos caras, valiéndose de cuñas en lugar de los tiros de mina, especialmente cuando el plano de la base corresponde a un «peli del verso». En este caso se disponen las cuñas siempre en la dirección del «verso» i del «secondo», nunca según el «contro». Se procede primeramente a practicar una ranura de 10 a 12 centímetros de ancho e igual profundidad en toda la longitud del block por separar; en ella se dispone una serie de cuñas de fierro i entre éstas i la pared de la ranura se colocan en sentido longitudinal láminas de fierro, las que transmiten uniformemente el esfuerzo producido por los golpes de maza sobre las cuñas.

De esta manera se separan de las canteras bloques de diverso tamaño que suelen tener un volumen hasta de 500 m³, los que se subdividen en la cancha de la cantera en bloques mas pequeños, ya sea con ayuda de tiros de mina, cuñas u otros medios mecánicos.

El sistema de explotación descrito, que hemos llamado sistema primitivo, presenta un gravísimo inconveniente, i es la gran cantidad de detritus que origina, lo que significa una mala utilización en la materia prima; además los detritus arrojados de las canteras superiores, vienen a escombrar las situadas mas abajo i al mismo tiempo sepultan los afloramientos de mármoles explotables. La enorme cantidad de detritus producidos durante una larga serie de años, cubre grandes extensiones de las faldas y quebradas de las montañas de Carrara, i ya se palpan los inconvenientes de este estado de cosas.

El sistema moderno de explotación, basado principalmente en la aplicación de hilo helizoidal i de la polea penetrante, presenta entre otras numerosas ventajas la muy importante de reducir a un mínimo la producción de detritus.

En jeneral, este sistema, si bien se aprovecha de las fracturas naturales cuando se presenta favorablemente, puede prescindir de ellas. Tiene en vista separar de la cantera grandes bloques de mármol, los que se cortan en seguida en la cancha según las necesidades del caso.

Los cortes para separar los bloques de la cantera se efectúan con el hilo helizoidal, según planos paralelos al «verso», al «contro» i al «secondo», para obtener bloques de forma próximamente paralelepípedica, se puede, si el caso lo requiere, practicar cortes en cualquiera dirección.

La Fig. 2 representa un hilo helizoidal en funcionamiento. Se compone sencillamente de un cable de acero de 5 a 6 m/m de diámetro, formado de tres alambres de acero duro trenzados en hélice (de aquí el nombre de hilo helizoidal con que se le designa); dicho cable, guiado por dos poleas de garganta A i B, se traslada continuamente friccionando el trozo C D que se quiere tallar; en la estremidad C cae sobre el hilo un delgado chorro de agua que contiene arena cuarzosa fina en suspensión; esta arena que viene en contacto de la superficie friccionante produce el desgaste de la mas blanda, que es el mármol, originando, en consecuencia, en él un tajo de espesor muy poco superior al del cable de acero. La arena que ha servido, del mismo modo que el polvo de mármol producido en el corte, son arrastrados junto con el agua, por el movimiento de traslación del cable, hasta la otra estremidad mas baja D, donde caen a tierra.

Las poleas guías A i B tienen un movimiento de traslación vertical sobre sus respectivos soportes EF i GH; ellas se bajan accionando un sencillo mecanismo a medida que progresa el corte.

El hilo helizoidal se aplica indiscutiblemente para efectuar cortes en el cerro mismo o bien para cortar bloques ya separados, como sería el caso que representa la Fig. 2.

La polea penetrante de Monticolo ha sido imaginada precisamente para facilitar i hacer mas económico el empleo del hilo helizoidal en los cortes que se practican directamente en el cerro.

La polea penetrante, representada en Fig. 3, se compone esencialmente de una columna vertical de fierro AA provista de una cremallera C, sobre la cual corre un carro MN.

D es un tornillo sin fin, E una rueda dentada i F una manilla, que sirven para imprimirle, a mano, al carro, un movimiento ascendente o descendente.

El carro MN sostiene por medio de las abrazaderas G H la columna o tubo hueco de fierro I, que lleva en su estremidad inferior una polea de garganta Q.

La columna I puede quedar fijada por las abrazaderas G i H, o bien estando sueltas estas últimas; la columna I puede recibir un movimiento de rotación alrededor de su eje por intermedio del engranaje P, de la rueda dentada R i de la polea O, la que recibe un movimiento directamente del hilo helizoidal.

Por fin, la polea L montada sobre la consola K, puede jirar en torno de la columna MN, para venir a colocarse ya sea en el plano de la polea O, o bien en el plano de la polea Q.

El trabajo con este aparato se conduce del modo siguiente:

Se empieza por encastrar la columna MN en el suelo i se asegura su verticalidad perfecta; se procede en seguida a abrir en la roca un foro de 5 centímetros de diámetro, para lo cual se reemplaza la polea Q por una corona de diamantes que se atornilla a la parte inferior del tubo hueco I, el que recibe un movimiento de rotación por intermedio del mecanismo ya descrito; el movimiento es transmitido a la polea O por intermedio del hilo helizoidal que viene guiado por la polea L situada en el mismo plano de O.

Hecho el foro, se alza la columna I i se le fija en las abrazaderas G i H; se retira la corona de diamantes i se monta en su lugar la polea Q, por cuya garganta se hace pasar el hilo helizoidal guiado por la polea L que se ha puesto, para el caso, en el mismo plano de Q.

Puesto en movimiento el hilo helizoidal i con él la polea Q, se aplica contra la roca; comienza, por consiguiente, el desgaste de ésta al mismo tiempo que penetra la polea Q conjuntamente con el hilo helizoidal, sostenidos por la columna hueca I, guiada a su vez dentro del foro que se ha practicado previamente.

Conocidos en detalle la construcción i el modo de funcionar de la polea penetrante i del hilo helizoidal, daremos a conocer el empleo combinado que se hace de ellos, describiendo las instalaciones i el trabajo de una de las canteras que hemos visitado i que pasa por ser una de las mas grandes i mejor dotadas de Carrara; ella es la cantera Amministrazione perteneciente a la casa Dervillé & C.^o

La Fig. 4 representa esquemáticamente una instalacion completa de polea penetrante e hilo helizoidal en funcionamiento.

A B es el foro hecho en el cerro con la perforadora rotativa de diamante, i que sirve de guia a la polea penetrante.

G, F, E, D i C son las diversas partes de un soporte ordinario destinado a guiar el hilo.

M es la polea motriz montada directamente sobre el árbol motor i es la que comunica al hilo helizoidal el movimiento indicado con las flechas.

Q'' es la polea tensora, montada sobre un pequeño carro cargado P, que corre sobre rieles dispuestos en plano inclinado, con la cual se obtiene la regularizacion de la tension del hilo.

Q,, Q', Q''' son diversas poleas locas que sirven para sostener el hilo que es de longitud considerable, jeneralmente 1,000 a 1,200 metros.

La fuerza motriz la suministra un motor a petróleo crudo de 25 HP. de potencia, que comanda por transmision de poleas i correas un compresor de aire Ingersoll, destinado a las perforatrices de aire comprimido, i que consume 15 HP.

Los 10 HP que quedan disponibles, bastan para el movimiento del hilo helizoidal que está comandado por el mismo motor a petróleo crudo.

Estrictamente, bastan cuatro hombres para atender al trabajo con el hilo helizoidal i la polea penetrante, pero jeneralmente hai cuatro: uno maneja i vijila la polea penetrante, otro atiende a la alimentacion del agua i arena, los otros dos se ocupan de revisar el soporte fijo, las demas poleas, i trasportar la arena cuarzosa hasta el barril, etc.

El punto débil i que requiere atencion constante es la polea penetrante misma; a veces se desvia un poco de la vertical en su movimiento descendente i empieza a trabajar mal; se suele atascar i entónces el hilo la corroe i es menester cambiarla por otra i corregir el defecto.

Se estima que una polea penetrante, es decir, propiamente el disco de fierro acanalado que guia el hilo, sirve para efectuar un corte de 3 metros de profundidad en término medio, despues de lo cual es menester sustituirla por otra.

El desgaste de la polea se verifica solamente en la acanaladura periférica i es operacion fácil de tornearla nuevamente, de modo que una misma polea sirve para varias operaciones.

El peso de las diversas partes del aparato es el siguiente (véase Fig. 4).

Columna a cremallera F = 60 kgs.

Equipo que constituye el carro móvil E = 75 kgs.

Polea guia superior con su sosten G = 25 kgs.

Tubos guíadores Mannesman D = 5 por metro lineal.

Polea C, con su montaje = 20 Kgs.

El hilo helizoidal pesa unos 120 gramos por metro lineal.

La velocidad de penetracion de la polea depende de la longitud i profundidad del corte que se practica; en los cortes ordinarios cuya longitud es de unos 10 metros, por unos 5 metros de profundidad, la penetracion de la polea, que es la misma que la progresion del corte, es de 8 a 10 centímetros por hora. La

progresion de la operacion es mas lenta para los cortes de mayores dimensiones i mas rápida por los mas pequeños.

La velocidad de traslacion del hilo helizoidal es de 5 metros por segundo aproximadamente; el consumo de arena cuarzosa es de unos 150 kgs. por metro cuadrado de corte i en término medio resulta a 12 francos el costo total por metro cuadrado de corte.

En la cantera Amministrazione se emplean unos 60 operarios, que perciben los siguientes jornales:

Segadores de mármol, o sea operarios que se ocupan de cortar los bloques con ayuda del hilo helizoidal i polea penetrante, 5 a 6 liras.

Recuadradores, que se ocupan de cantear los bloques sobre la cancha, 4.50 a 5 liras.

Operarios ocupados en trabajos diversos i principalmente en el acarreo de detritus al desmonte, 3 a 3.50 liras.

El día de trabajo es de 7 horas i a los que trabajan mas de 7 horas se les abona el valor del exceso de trabajo efectuado.

La direccion inmediata de los trabajos de la cantera depende de un mayordomo, jeneralmente mui práctico en el trabajo de las canteras, pero sin ninguna preparacion técnica.

Los bloques de mármol separado de las canteras, con los diversos sistemas de explotacion que hemos dado a conocer, son de dimensiones mui variables, alcanzando a veces un volúmen de 1,000 m³ i aun mas.

Estos grandes bloques se subdividen en la cancha de la cantera, jeneralmente con ayuda del hilo helizoidal, en bloques de forma paralelipédica i de las dimensiones requeridas, los que son trasportados directamente a los establecimientos de beneficio o bien son espeditos tal cual al extranjero.

Los bloques mas pequeños i de forma irregular que vienen estraidos de las canteras, se cantean en la cancha, es decir, se les da una forma próximamente paralelipéda con ayuda del cincel i del combo.

3.º TRASPORTE

Dada la considerable altura en que se encuentra la mayoría de las canteras sobre los valles respectivos, i dado el peso i la masa considerable de los bloques de mármol, se practican dos sistemas de transporte para llevar los bloques desde las canchas de las canteras hasta el fondo de los valles, donde se encuentran la via ferroviaria o las carreteras; ellos se denominan en lenguaje local «abbrivatura» i «lizzatura».

La «abbrivatura» es de dos clases: la primera, que es la mas primitiva i que tiende a desaparecer, consiste sencillamente en botar los bloques informes de mármol desde la cancha de la cantera por sobre el desmonte hasta el fondo del valle; este sistema bárbaro, tiende a desaparecer como hemos dicho, a causa de los accidentes i perjuicios que produce; pues el bloque en su caída destruye todo lo que encuentra a su paso, como ser caminos, vias de lizza, etc.

La segunda clase de «abbrivatura» consiste en hacer descender los bloques paralelipédicos o groseramente tallados, por canales o caminos hechos ad-hoc; el bloque descende por ellos libremente i se facilita su movimiento haciendo uso de palos enjabonados que se colocan sobre el piso.

La «lizzatura» es un perfeccionamiento de esta segunda clase de «abbrivatura», i es el sistema jeneralmente en uso en la actualidad. Se dispone para el caso de un camino angosto de fuerte pendiente, hasta 45°, denominado «via de lizza», en el lugar que une la cancha de la cantera con la estacion del ferrocarril, o del camino carretero mas próximo, situada en el fondo del valle.

Se dispone uno o varios trozos de mármol, segun sea su dimension, sobre un trineo formado de dos fuertes longuerinas de madera; este trineo elemental, resbala sobre durmientes movibles de palos enjabonados que se colocan sobre el sendero inclinado a medida que desciende el convoi. El trineo cargado se mantiene i regula en su bajada por medio de dos, o tres cables de áloe, de 7 centímetros de diámetro, amarrados a aquél i que se enrollan en espiral sobre fuertes troncos de madera enterrados sólidamente a ámbas orillas del camino inclinado.

La lizzatura de un trineo requiere el empleo de una cuadrilla de 6 a 8 hombres; uno dirige la maniobra, va delante del trineo, dispone convenientemente los durmientes enjabonados sobre los que se desliza el convoi i ordena la tension de los cables que regulan la bajada del mismo.

Como se ve, la lizzatura, si bien preferible a la abbrivatura, es todavía un procedimiento bien primitivo i costoso, tanto por la mano de obra que requiere como por el elevado consumo de cables, que se deterioran rápidamente con la friccion. Sin embargo, todas las pruebas que se han hecho hasta ahora para implantar sistemas mas racionales han fracasado, debido principalmente a la inestabilidad i mutabilidad de las vias por donde se efectúa este transporte.

Los bloques trasportados por «lizzatura» hasta las estaciones de carga situadas en el fondo de los valles, son llevados, segun sea el caso, en ferrocarril o en carros de cuatro ruedas tirados con bueyes hasta las seguerías i laboratorios o bien directamente a los puertos de embarque.

El empleo de los carros con traccion animal ha disminuido considerablemente en los últimos años para dar lugar a los trasportes mecánicos.

En Carrara el ferrocarril marmífero, que tiene un desarrollo de 20 kilómetros, pone en comunicacion el puerto o Marina de Carrara i la estacion de Avenza de los ferrocarriles del Estado, con los centros principales de canteras situados hasta una altitud de 450 metros sobre el mar.

En el distrito de Massese existe una línea de tranvías a vapor que acarrea bastante mármol.

En el valle del Arni se ha establecido un servicio de locomóviles a vapor sobre un camino hecho espresamente, de 15 kilómetros de lonjitud, que sirve a diversas canteras de la rejion.

El mármol bruto, segado o elaborado, que sale de las minas, de las seguerías o de los laboratorios de Carrara, va casi todo por ferrocarril hasta el pequeño puerto denominado Marina de Carrara, distante 8 kilómetros del centro minero.

En la Marina de Carrara, la playa constituye el depósito comun de la gran mayoría de los productos; algunos grandes productores tienen sus depósitos especiales cerrados i provistos de desvíos de ferrocarril i gruas para la carga i descarga de los mármoles.

Existen 3 muelles de madera de unos 150 metros de lonjitud cada uno i

provistos de doble linea de ferrocarril. Dos de ellos poseen solamente gruas a mano de 6 toneladas de capacidad; el tercero, que es el mas importante, dispone, fuera de varias gruas a mano, de una grua a aire comprimido de 25 toneladas, destinada a la carga de los grandes bloques.

Pequeños buques de vela de 100 a 300 toneladas de desplazamiento atracan á los muelles para ser cargados i conducen el mármol directamente a su lugar de destino o bien van hasta Jénova i trasbordan su carga a los vapores que lo llevan a todas partes del mundo.

4.º BENEFICIO DEL MÁRMOL

El mármol en bloques mas o ménos paralelipipédicos i de dimensiones variables, viene trasportado desde las canchas de las minas hasta los establecimientos de beneficio, situados a lo largo de los valles o en la ciudad de Carrara.

Dichos establecimientos se dividen en seguerías, laboratorios de arquitectura i artísticos, segun los diversos trabajos que se ejecutan. Algunos establecimientos importantes ejecutan toda clase de trabajos en mármol i reunen por consiguiente las tres categorías de instalaciones que hemos mencionado i que daremos a conocer suscintamente una por una.

Seguerías

Se ocupan de cortar los bloques de mármol en planchas de todas dimensiones. Existen unas 150 seguerías en toda la region marmífera que utilizan en su mayor parte la fuerza hidráulica de los pequeños rios que corren por la rejion; muchas de ellas son mui pequeñas i de poquísima importancia.

Las instalaciones para cortar el mármol son mui sencillas i se usan esclusivamente con este fin dos aparatos: el hilo helizoidal, que ya conocemos, para cortar los grandes bloques en otros mas pequeños i de la forma requerida; i los telares que sirven para cortar las planchas. Un telar se compone esencialmente de un fuerte marco o bastidor de forma rectangular cuyas dimensiones son jeneralmente de m. 1.50 de ancho por m. 2.50 de largo; dentro del marco i paralelamente a los lados mayores, se coloca cierto número de láminas o cuchillos de acero, cuyo número i distancia entre ellos varia a voluntad; los cuchillos se apoyan sobre los dos lados cortos del bastidor i están fijados a ellos por medio de clavijas que se retiran i colocan a voluntad cuando se quiere cambiar la distancia entre los cuchillos.

En Fig. 5 se ha representado un bastidor completo con sus cuchillos i clavijas.

El bastidor está suspendido a una armazon metálica o de madera, por intermedio de cuatro barras articuladas de fierro, que le permiten un movimiento oscilatorio lonjitudinal, es decir, en la direccion de los lados mayores del rectángulo; miéntras que en direccion trasversal, o sea paralelamente a los lados menores del rectángulo, es fijo.

El movimiento oscilatorio lo recibe directamente el marco por intermedio de una biela i una manivela o escéntrico montado sobre el árbol motor de la

fábrica. El árbol motor recibe jeneralmente su movimiento del eje de una turbina hidráulica por intermedio de engranajes.

Para operar con este «telaio», como se le domina en lenguaje local, se coloca el trozo de mármol por trozar en el suelo i debajo del bastidor; se baja éste hasta ponerle en contacto con la superficie del bloque; puesto en movimiento el marco, los cuchillos friccionan la superficie del bloque i penetran lentamente en él ayudados en su accion por el agua con arena cuarzosa en suspension que se vierte continuamente desde lo alto.

Los cuchillos penetran en el mármol a razon de un centímetro por hora; la marcha de la operacion es mui regular i necesita poca vijilancia, un operario atiende varios «telaios» a la vez.

Este es el único sistema aplicado en todas las seguerías italianas para la cortadura del mármol en planchas. A primera vista parece un sistema demasiado lento, pero es eficaz, dado que un mismo telaio corta a la vez numerosas planchas; por lo demas el sistema es mui sencillo i económico.

Las seguerías se limitan en jeneral al trabajo que hemos descrito i venden sus planchas de mármol a los

Laboratorios de arquitectura

Se ocupan de pulir las planchas i trabajarlas para los diversos usos de la arquitectura.

Las caras de las planchas de mármol cortadas en los telaios son jeneralmente bien planas i regulares, pero no poseen brillo. La operacion de dar brillo al mármol se hace friccionando la cara por pulir con agua i esmeril de diversas finezas.

La friccion se hace a mano o mecánicamente, usando como superficie friccionante primeramente la madera i despues una especie de escobilla de áloe que sirve para comunicar el brillo final valiéndose de un esmeril finísimo diluido en agua.

Las máquinas destinadas a la pulidura de las planchas de mármol son mesas fijas sobre las cuales se colocan las planchas, miéntras que las escobillas reciben un movimiento circular de traslacion por medio de un eje vertical situado al centro de la mesa. El agua con esmeril en suspension se vierte continuamente sobre las superficies friccionantes.

Los trabajos arquitectónicos propiamente dichos, o sea la confeccion de columnas, capiteles, frisos, pilastras, molduras, etc., etc., son ejecutados por operarios especialistas que utilizan como herramientas el cincel i el martillo, los martillos de aire comprimido, tornos i otras máquinas.

Los laboratorios arquitectónicos se ocupan tambien del proyecto i ejecucion completa de monumentos, escalas, etc.

Laboratorios artísticos

Se ocupan como su nombre lo indica del trabajo artístico de los mármoles, o sea la confeccion de monumentos, estatuas, bajos relieves, etc.

La materia prima que utilizan es jeneralmente el mármol en bloques, tal como viene de las minas.

Tienen a su servicio cierto número de artistas escultores i obreros especialistas; la direccion de los trabajos está confiada comunmente a un artista.

5.º DATOS ESTADÍSTICOS I COSTOS

Los datos estadísticos aquí consignados se refieren al año 1910 i han sido tomados de la «Revista del Servizio Minerario»

I.—ESPLOTACION DE LAS CANTERAS

En toda la region marmífera de los Alpes Apuanes, es decir, en los cuatro centros productores referidos de Carrara, Massa, ersilia i Garfagnana, había en 1910:

700 canteras en trabajo, que emplearon 11,973 operarios, para producir 362,377 toneladas de mármol, con un valor de liras 16.276,965.

El jornal medio de los operarios es de liras 3.38.

El costo medio de la mano de obra por tonelada de mármol escavado es de liras 30.47.

Funcionaban 83 motores diversos (electricos, hidráulicos i térmicos) con una potencia total de 1,000 HP. próximamente.

Para hacer notar la preponderancia del Carrarese sobre los otros centros productores, damos a continuacion algunos datos estadísticos de aquél.

Canteras en trabajo, 482.

Operarios empleados, 8,200.

Produccion de mármol, 263,642 toneladas, con uu valor de liras 11.863,890.

II.—BENEFICIO O ELABORACION DEL MÁRMOL

En los cuatro centros reunidos, había:

a) 150 seguerías, con 732 telaios i 36 hilos helizoidales, en los cuales trabajaban 1,945 operarios para producir 153,775 toneladas de mármol en planchas, cuyo valor ascendía a liras 16.915,150; la fuerza motriz empleada la constituian 150 motores hidráulicos i 8 motores eléctricos con una potencia total de 2,642 HP i 100 HP respectivamente.

b) 138 laboratorios de arquitectura i artísticos, que ocuparon 2.540 operarios, 11 motores eléctricos con una potencia total de 108 HP; i 7 motores diversos con una potencia total de 108 HP, produjeron en conjunto 20,490 toneladas de mármol laborado, por un valor de liras 7.485,850.

A Carrara solo corresponden un poco mas de la mitad de las instalaciones de beneficio i de la producción.

El valor medio del mármol cortado en planchas se calcula en liras 110 la tonelada puesto en las estaciones del ferrocarril marmífero.

El mármol laborado se estima de 300 a 400 liras la tonelada puesto en las mismas condiciones del anterior.

III.—ESPORTACION I PAISES CONSUMIDORES DEL MÁRMOL

Los puertos de salida son los siguientes, enumerados segun su importancia con respecto al comercio de mármol: Marina de Carrara, Liborno, Jénova, Porti dei Marmi, Marina de Massa.

Los principales paises consumidores de mármol, eran los siguientes en 1910:

Italia.....	58,721 toneladas	
Estados Unidos.....	52,459	»
América.....	34,588	»
Inglaterra.....	31,384	»
Alemania.....	28,637	»
Francia.....	25,308	»
Bélgica.....	25,283	»
Holanda.....	17,210	»
Austria-Hungría.....	10,207	»

JUAN BLANQUIER

Ingeniero de Minas



La industria del oro

EL MINERAL AURÍFERO DE GURACAVÍ

Entre el kilómetro 56 i 58 de la carretera que va de Santiago a Valparaiso, partiendo de la primera de estas ciudades, se estiende el pueblo de Curacaví en la forma de una larga y angosta calle que limita al Norte con las faldas de bien promediados cerros que se suceden unos á otros y al Sur por un angosto valle, primitivo lecho del estero de Puangue.

Mirando directamente al Sur se observa que las altas cumbres de la formacion de cerros que se eleva sobre la ribera del actual lecho del estero, tienen una direccion marcadísima de Oriente a Poniente; los contrafuertes de este cordón se elevan gradualmente desde el nivel del valle hasta alcanzar la altura de las cumbres, que es de mas de 400 metros; están estos contrafuertes formados, por decirlo así, de cerros colocados unos en pos de otros, tomando una direccion de Norte a Sur i constituyendo tres sistemas principales, entre los cuales abren las quebradas que dan el nombre a las localidades que recorren.

La formacion jeológica de esta rejion queda constituida por una roca ígnea «granítica» i no se observa en ella otro cambio de importancia que la intrusion de una roca de mas o ménos la misma naturaleza pero evidentemente mas moderna; la capa vegetal que cubre la roca es, dentro de la formacion granítica, de reducido espesor.

La roca ígnea se encuentra bastante alterada i desagregada en los primeros

diez metros superficiales, presentando una apariencia de un conglomerado arenoso que gráficamente nuestros mineros denominan *maicillo*.

El primer «cajon» que se presenta es el de «Las Aguilas», formado por varias quebradas que afluyen a la quebrada del «Agua» o de la «Mina del Agua», como indistinta i localmente se la denomina; en seguida viene «Chayaco» i por último «Los Capachos».

En estas tres localidades se han constituido pertenencias mineras i se las ha agrupado bajo el nombre de Mineral de Curacaví.

El descubrimiento de estas minas debe ser mui remoto; los españoles han explotado de ellas una gran cantidad de mineral i creo difícil encontrar, dentro de esta localidad, alguna veta que no haya sido objeto de reconocimiento o de explotacion por parte de aquéllos. Los trabajos de los españoles son de una antigüedad tan remota que es casi imposible precisarla con acierto; una idea de esta antigüedad la puede tener el lector al considerar que sobre las boca-minas aterradas han crecido espinos de tamaños mui regulares; la magnitud del trabajo hecho en estas minas por los conquistadores es asombrosa i deja en el ánimo la impresion de que la explotacion de estos depósitos de oro ha sido en la época colonial mui remunerativa.

El resurjimiento del mineral de Curacaví data de dos años a esta parte i tiene por base la inevitable historia de riqueza que siempre los rodea; la mina en cuestion era aquí la «Mina del Agua» sobre la cual se contaban fabulosas tradiciones que hacian creer en el encuentro de una de esas bonanzas auríferas de las que el Mineral del Guanaco es uno de los ejemplos nacionales. Poco a poco se fué estudiando la rejion i se fueron descubriendo las minas aterradas i las formas esterioras de mineralizacion. En un año de trabajo que se empleó en reconocer las minas principales se puso de manifiesto el hecho innegable de que «Curacaví» era un mineral aurífero de gran importancia.

Las manifestaciones esternas de mineralizacion i las de los trabajos antiguos quedan plenamente comprobados por el estudio jeológico de la rejion. Cortando casi en ángulo recto al eje del solevantamiento se han abierto las fracturas en la roca ígnea que, despues de rellenadas, forman las vetas del mineral. Estas vetas bien definidas corren en un sistema de Norte a Sur apareciendo levemente en los primeros morros del solevantamiento, mas bien definidas, mas potentes en el centro i casi deshechas al otro lado.

Sobre sus corridas, partiendo del eje del solevantamiento o cordon de Las Mercedes, las vetas exhiben mineralizacion por espacio de 1,500 metros al Sur i 500 metros al Norte, medidos horizontalmente.

La existencia de mineral en abundancia es, pues, una de las características de esta zona minera; todas las indicaciones nos obligan a creer que ello es así, i no puede ser de otra manera a ménos que el mineral no estuviera contenido en formacion de vetas. La palabra «veta» es con frecuencia i vulgarmente mal usada dándosele acepciones que realmente no tiene; dentro de las mas estrictas concepciones del tecnicismo, la palabra veta se refiere a una grieta del terreno, posteriormente mineralizada, en la mayoría de los casos, por vias hidro-termales o bien metasomáticamente.

Es difícil, casi imposible, equivocarse esta clase de criaderos minerales con otros mas irregulares o mas complejos; la seguridad de la mineralizacion de-

pende de que se trata de formacion de vetas con preferencia a otra clase de depósitos entre los innumerables que existen en la naturaleza. Con gran seguridad se puede, pues, asegurar la existencia en Curacaví de mineralizacion hasta honduras mayores de cien metros, ya en parte puestos de manifiesto por las especiales circunstancias en que se presentan los afloramientos o ya bien por los trabajos antiguos i por los actuales.

El gran problema en Curacaví era el estudio económico-metalúrgico de la rejion que permitiera asegurar la base comercial de la explotación de los minerales i beneficio de ellos para afectar la estraccion del oro. El término medio del contenido de oro por tonelada de mineral es, en Curacaví, difícil de fijar con precision i solo se puede asegurar que fluctúa entre los 16 i 25 gramos por tonelada.

Las operaciones mineras i metalúrgicas comprendidas en la marcha del negocio tuvieron su principio bajo condiciones no del todo favorables, dada la estrechez monetaria en que es necesario, casi indispensable, desarrollar en este pais un negocio desconocido de la mayoría de los capitalistas.

La preparacion de las minas para efectuar despues, a un menor costo por unidad, una estraccion subida, tiene sus grandes ventajas i resulta en una economía notable; con todo ello no es practicable en un pais donde el capital es escaso o donde no hai la suficiente confianza en negocios mineros que permita la inversion de un grueso capital en el desarrollo de los minerales, esperando efectuar un gran *cubaje* para dar principio a la explotación.

Curacaví se inició, pues, como la mayoría de nuestros negocios mineros, con el dinero que se creia estrictamente necesario para *hacerlo andar*. Hoi que ya ha pasado el período de lucha i que ya se ha probado que tanto la base minera como la metalúrgica corresponde a las aspiraciones de sus iniciadores, se puede talvez decir que habria sido mas ventajoso seguir el camino mas racional o sea la inversion de dinero en las minas para efectuar lo que jeneralmente llamamos «su preparacion»; es de dudar, sin embargo, que esto, que hoi aparece tan claro, hubiera sido aceptado un año o dos años atras.

La explotación i beneficio de minerales de oro de leyes relativamente bajas, en una escala industrial, significa para Chile el resurjimiento de la minería del oro. Esta explotación i beneficio, que se ha hecho hacedera, merced a la adopcion del sistema de «cianuracion», se practica en este mineral en una forma que es, a la vez que moderna, de fácil i poco costosa instalacion.

No dudamos un momento que este mineral se irá desarrollando en una proporción siempre creciente hasta alcanzar una capacidad subida que le permita colocarse entre los grandes productores de oro del mundo.

El éxito comercial i técnico del sistema de beneficio allí implantado i la gran abundancia de mineralizacion aurífera de la localidad nos garantiza su brillante porvenir.

A la prosperidad de Curacaví está ligado, hoi dia, el mayor o menor desarrollo que tome en nuestro pais la industria del oro; no podemos, pues, dejar pasar desapercibidamente el jiro que tome la negociacion que tiene por base sus minas, que fueron para los conquistadores una fuente grandiosa de fortuna.

IGNACIO DIAZ OSSA,
Injenero de Minas i Metalurjista.

La Academia de minas i la minería de Freiberg

La Academia de Minas de Freiberg cuenta 146 años de existencia, está ubicada en el distrito minero del mismo nombre i pertenece al reino de Sajonia. El número total de estudiantes de la Academia fluctúa al rededor de 450; durante el año escolar de 1910-1911 habia 470 alumnos, de los cuales eran 203 alemanes i 267 extranjeros: estos últimos pertenecen a unos 25 paises diferentes.

En 1910 la Academia confirió los siguientes diplomas:

- 42 Ingenieros de minas
- 7 Ingenieros topógrafos de minas
- 9 Ingenieros metalurjistas
- 10 Ingenieros siderúrgicos
- 8 Doctores—Ingenieros.

Todos los cursos son pagados; las clases, de cualesquiera asignatura, se pagan a razon de 6 marcos al año por una hora de clase a la semana.

Los derechos de Laboratorios i Museos varian de 3 a 30 marcos al año.

La cuota de introduccion a la Academia es de 12 marcos para los alemanes i 24 marcos para los extranjeros; éstos deben pagar ademas una cuota extraordinaria de 200 marcos anuales llamada «cuota de extranjeros».

Los derechos de exámenes son de 100 marcos por exámen para los extranjeros i de 50 para los alemanes. Se rinden dos exámenes jenerales solamente: uno durante el curso de los estudios i otro final o de diploma.

El exámen de Doctor cuesta 480 marcos para los extranjeros i la mitad para los alemanes.

En jeneral, se puede estimar que un estudiante extranjero debe pagar 500 marcos anuales por sus estudios.

La biblioteca de la Academia contiene 49,151 volúmenes, 353 manuscritos i 1,619 mapas i planos diversos; recibe ademas numerosas revistas científicas i técnicas nacionales i extranjeras.

Dispone de los siguientes museos, colecciones i laboratorios:

Coleccion mineralógica.

- » mineralógica especial del doctor Werner.
- » petrográfica.
- » paleontológica.
- » de yacimientos metalíferos.
- » de preparaciones microscópicas de rocas.
- » de productos químicos.
- » de metalurjia.
- » de siderurjia.
- » de productos de la química industrial i de sales naturales.

Coleccion de aparatos de jeodesia i topografía.

- » de modelos i dibujos para el curso de construccion.
- » de modelos de explotacion de minas.

» de modelos de máquinas i herramientas para la explotacion de minas.

Coleccion de modelos de máquinas para la preparacion mecánica de minerales.

Coleccion histórica de la explotacion de minas.

Laboratorio de química inorgánica i analítica.

- » de metalurgia, pirometría i docimasia.
- » de química industrial i análisis siderúrgicos.
- » de metalografía.
- » de análisis al soplete.
- » de Física.
- » de electrotecnia.
- » de máquinas.
- » de microscopía.

He visitado mas o ménos detenidamente todos estos laboratorios i colecciones; daré a continuacion una breve reseña de los mas importantes:

Las colecciones Petrográfica, Paleontológica i de yacimientos metalíferos dependen de la asignatura de Jeología i Yacimientos metalíferos profesada por el ilustre doctor Beck, conocido en el mundo científico como una de las primeras autoridades de su ramo.

Los alumnos tienen acceso diariamente a estas colecciones de 8 A. M. a 6 P. M. Antes i despues de las clases orales pueden venir a estudiar las muestras que serán objeto de la leccion del dia; en ciertos dias determinados el ayudante reúne a los alumnos para darles lecciones prácticas sobre el reconocimiento de las rocas i de los fósiles. Una coleccion de muestras petrográficas características sirve al estudio objetivo de la jeología dinámica; otra coleccion reúne una cantidad de grandes muestras de minerales en sus criaderos i aun trozos enteros de vetas i otras clases de yacimientos en que se pueden observar los minerales tales como se presentan en la naturaleza, el estudio de esta coleccion sirve de complemento a las lecciones orales del profesor sobre los yacimientos metalíferos. Un pequeño laboratorio de química i una sala de microscopía para el reconocimiento de los componentes de las rocas, completa el material puesto a disposicion de los alumnos del profesor Beck.

El curso de explotacion de minas i preparacion mecánica de minerales profesado por el doctor Treptow, dispone de un museo que encierra diversas colecciones para el estudio objetivo de esos ramos. Tales son: una rica coleccion de modelos de las diversas clases de yacimientos metálicos i no metálicos i de los diversos sistemas de explotacion empleados en su trabajo; una coleccion de modelos de instalaciones de máquinas de extraccion, de transporte interior i exterior de minerales, de bombas, motores, ventiladores, etc., empleados en las minas; en otra seccion están reunidas las perforadoras de aire comprimido, sondas de percusion i rotativas, lámparas de seguridad i ordinarias de todos los sistemas, herramientas diversas, etc., obsequiados en su mayor parte por las fábricas constructoras. En el museo histórico se encuentran las herramien-

tas i utensilios usados desde los tiempos mas remotos en el trabajo de las minas; entre ellos se ven algunos combos de piedra i de bronce encontrados en algunas minas de Chile que sirvieron a los indios ántes de la conquista.

El departamento correspondiente a la preparacion mecánica de minerales posee algunos modelos en madera de establecimientos de concentracion que se pueden poner en movimiento i gran número de modelos de máquinas concentradoras antiguas i modernas, todas ellas accionables para demostrar la manera cómo trabajan.

La clase de metalurjia, electrometalurjia i docimasia corre a cargo del profesor Schiffner. El Laboratorio de metalurjia instalado en dos espaciosas salas comprende varias instalaciones a escala reducida para el beneficio de minerales diversos; muchas de ellas movidas mecánicamente sirven para ejecutar en pequeño las diversas operaciones de la metalurjia. Merecen especial mencion las siguientes instalaciones: para el beneficio de minerales de plata por amalgamacion con su pequeña batería de pisones movidos mecánicamente; para la cianuracion de minerales de oro; el tratamiento de minerales de plomo arjentífero por fundicion; una batería de pequeños estanques de lexivacion dispuestos en gradería i dos filtros-prensas; varios hornos para fundir en crisoles; un horno de tuesta para minerales sulfurosos con capacidad para 10 kilogramos de mineral.

La sala de electrometalurjia dispone de un pequeño horno eléctrico i de una batería de acumuladores compuesta de 20 elementos, estos elementos pueden combinarse entre sí de manera a obtener cualquier voltaje inferior a 40 volts, requerido para los esperimentos de electrolísis.

La seccion de Docimasia comprende una sala de balanzas, una sala de fundicion provista de seis hornos a carbon para fundir en crisoles, escorificar i copelar i un horno o mufla calentado a gas. En un subterráneo situado debajo de la sala de los hornos, está la bodega de reactivos i material de fundicion i una instalacion de máquinas para la molienda de las muestras de minerales. Tal instalacion se compone de una pequeña chancadora Blake de 5 centímetros de abertura capaz de moler $1\frac{1}{2}$ a 2 kilogramos de mineral por hora; un molino americano de platillos que muele a un grado mas fino el producto de la chancadora i, por fin, una máquina pulverizadora que entrega el mineral al estado de polvo fino i listo para ser ensayado. Toda la instalacion se mueve mecánicamente con un pequeño motor de 2 HP. Una campana metálica, colocada sobre las máquinas de molienda aspira el polvo producido durante el trabajo, por intermedio de un tubo que la une a un aspirador movido mecánicamente. Los diversos aparatos de molienda se limpian despues de usados, con un soplador de aire comprimido a tres atmósferas, alimentado por un pequeño compresor movido por el mismo motor eléctrico de 2 HP mencionado.

El museo tecnolójico dependiente del Laboratorio de metalurjia posee una coleccion de modelos de hornos de tuesta i fundicion i aparatos diversos empleados en la metalurjia; reune ademas una coleccion bastante completa de minerales, fundentes, productos intermedios i finales del beneficio de los diversos metales con escepcion del fierro.

Recientemente se han instalado en el mismo local los aparatos necesarios para las investigaciones del radio.

El Laboratorio de química, junto con el laboratorio de siderurgia i química industrial ocupan un edificio especial. El primero se ocupa solamente de química inorgánica i química analítica cualitativa i cuantitativa. Reune todas las instalaciones de aparatos, los materiales i elementos necesarios para la enseñanza práctica i a la moderna de la química. Está dividido en dos secciones, una para la química analítica cualitativa i otra para la cuantitativa; cada una de ellas corre a cargo de un ayudante. El sistema de enseñanza es el mismo seguido en el Laboratorio de Química de nuestra Universidad del Estado.

El profesor de Química doctor Brunck i sus dos ayudantes, que son igualmente doctores en química, disponen de sus laboratorios particulares separados donde se dedican a hacer investigaciones durante el tiempo libre que les deja la atención de los alumnos. El profesor Winkler, antecesor del actual, hizo en ese mismo laboratorio varios descubrimientos importantes i contribuyó eficazmente a los progresos de la química, entre otras cosas con los perfeccionamientos que introdujo en la fabricacion de ácido sulfúrico por el procedimiento del contacto, lo que hizo adoptar dicho procedimiento para la fabricacion industrial de ese ácido.

En el Laboratorio de química industrial i análisis siderúrgicos los alumnos hacen análisis de los diversos productos de la industria química i de la siderurgia i disponen de una coleccion bastante completa de muestras de esos mismos productos.

El curso de mineralojía i análisis al soplete que hace el doctor Kolbeck es eminentemente objetivo i experimental. Posee al efecto una valiosísima coleccion de minerales provenientes de todas las partes del mundo i no falta ninguno de los minerales conocidos por raros i escasos que sean. Los alumnos tienen acceso a esta coleccion para estudiar las muestras bajo la vijilancia de un ayudante; hai ademas a la disposicion de los mismos otra coleccion bastante completa llamada «de estudio», en la que determinan experimentalmente las propiedades de los minerales: densidad, dureza, fractura, etc.

El análisis al soplete, valioso auxiliar del mineralojista, se practica en un laboratorio dependiente del museo mineralójico; está provisto de cuatro grandes mesas donde pueden tomar colocacion una treintena de estudiantes; cada uno dispone de un soplete, de una lámpara de parafina sólida, algunos carbonos i los reactivos corrientes utilizados en este trabajo.

Para el curso de topografía se han habilitado dos espaciosas salas de trabajos prácticos; en ellas los alumnos aprenden la manipulacion de los diversos instrumentos: teodolito, nivel, brújula, etc., ántes de utilizarlos en el terreno. Hai una buena dotacion de instrumentos de toda clases i de diversos fabricantes a la disposicion de los estudiantes.

Una característica del sistema empleado en Freiberg para los levantamientos subterráneos es la supresion de los trípodes: colocan el instrumento i las miras sobre los palos agujereados que afirman contra las paredes de las galerías.

En la Academia se profesan las asignaturas que se indican a continuacion, agrupadas en cuatro cursos:

- Injenieros de minas.
- Injenieros topógrafos de minas.

Ingenieros metalurgistas.

Ingenieros siderúrgicos.

CURSO DE INGENIEROS DE MINAS

Asignaturas

I Año

	Horas semanales	
	Clases	Ejercicios
Matemáticas I parte.....	6	
Jeometría descriptiva.....	2	3
Algebra.....	2*	
Trigonometría esférica.....	2*	
Física.....	6	1
Química inorgánica.....	4	
Mineralojía.....	5	
Cristalografía.....		1*
Dibujo.....		2
Explotacion de minas jeneral.....	4	
Topografía I parte.....	2*	
Ejercicios de Topografía.....		5*

II Año

Matemáticas II parte.....	2	
Mecánica.....	4	
Dibujo de máquinas.....		2
Explotacion de minas jeneral.....	4	
Jeolojía.....	5	
Petrografía.....	2	
Ejercicios de petrografía.....		2*
Cristalografía.....		1*
Mineralojía.....		2
Física.....		2
Análisis al soplete.....	2	2
Topografía I parte.....	2*	
Ejercicios de topografía.....		5*
Topografía II parte.....	4*	
Ejercicio sobre manejo de instrumentos topográficos.....		2*

III Año

Explotacion de minas especial.....	6*	
Ejercicios de explotacion de minas.....		2*
Preparacion mecánica de minerales.....	5*	

	Horas semanales	
	Clases	Ejercicios
Fabricacion de briquetes.....	1*	
Máquinas.....	4	
Dibujo de máquinas.....		4
Yacimientos metalíferos.....	2	
Topografía III parte.....	3*	
Ejercicios de mensuras de minas.....		6*
Ejercicios de topografía exterior.....		5*
Metalurgia.....	5	
Construccion.....	3	
Física-química.....	1*	
Ciencias políticas.....	2	
Contabilidad minera i metalúrgica.....	2*	

IV Año

Derecho jeneral.....	4*	
Ejercicios de derecho jeneral.....		1*
Derecho de minas.....	3*	
Derecho colonial de minas.....	1*	
Construccion.....		4
Ejercicios de preparacion mecánica de minerales.....		2*
Estadística minera i metalurgia.....	1*	
Electrotecnia.....	2	2
Siderúrgia.....	1*	
Depósitos salinos.....	1*	
Tecnología mecánica metalúrgica jeneral.....	2	
Tecnología mecánica metalúrgica especial.....	1*	
Ensayes.....	1	diario.
Análises de gases de minas.....		2*
Máquinas.....	1	4

CURSO DE INJENIEROS TOPÓGRAFOS DE MINAS

Asignaturas

I Año

Matemáticas I parte.....	6	
Jeometría descriptiva.....	2	3
Algebra.....	2*	
Trigonometría esférica.....	2*	
Física.....	6	1
Mineralojía.....	5	
Cristalografía.....		1*
Dibujo de planos.....		2

	Horas semanales	
	Clases	Ejercicios
Explotacion de minas jeneral.....	4	
Jeodesia I parte.....	2*	
Topografía exterior.....		5*

II Año

Matemáticas II parte.....	2	
Explotacion de minas jeneral.....	4	
Jeología.....	5	
Petrografía.....	2	
Ejercicios de petrografía.....		2*
Cristalografía.....		1*
Mineralojía.....	2	
Física.....	2	
Mecánica.....	4	
Dibujo de máquinas.....		2
Jeodesia I parte.....	2*	
Topografía exterior.....		5*
Jeodesia II parte.....	4*	
Manejo de instrumentos topográficos.....		2*

III Año

Explotacion de minas especial.....	6*	
Ejercicios de explotacion de minas.....		2*
Yacimientos metalíferos.....	2	
Jeodesia III parte.....	3*	
Jeodesia IV parte.....	3*	
Ejercicios de topografía subterránea.....		6*
Ejercicios de topografía exterior.....		5*
Construccion.....	3	
Estadística i derecho de minas.....	2	
Contabilidad minera e industrial.....	2*	

IV Año

Derecho jeneral.....	4*	
Ejercicios de derecho.....		1*
Derecho de minas.....	3*	
Derecho colonial de minas.....	1*	
Proyecto de edificios mineros i metalúrgicos.....		4
Estadística minera i metalúrgica.....	1*	

CURSO DE INGENIEROS METALURJISTAS

Asignaturas

I Año

	Horas semanales	
	Clases	Ejercicios
Matemáticas I parte.....	6	
Jeometría Descriptiva.....	2	3
Algebra.....	2*	
Física.....	6	I
Química inorgánica.....	4	
Mineralojía.....	5	
Cristalografía.....		I*
Explotacion de minas jeneral.....	4	
Proyectos metalúrgicos.....		4*

II Año

Matemáticas II parte.....	2	
Mecánica.....	4	
Dibujo de máquinas.....		2
Preparacion mecánica de minerales.....	5*	
Jeolojía.....	5	
Cristalografía.....		I*
Mineralojía.....		2
Física.....		2
Análisis al soplete.....	2	2
Química analítica cualitativa.....	1*	diario

III Año

Metalurjia.....	5	
Máquinas.....	4	
Dibujo de máquinas II parte.....		4
Derecho jeneral.....	4*	
Ejercicios de Derecho.....		I*
Estadística minera i metalúrgica.....	I*	
Química analítica cuantitativa.....	I	diario
Titrimetría i volumetría.....		2*
Construccion.....	3	
Física, Química.....	I*	
Estadística i derecho de minas.....	2	
Contabilidad minera i metalúrgica.....	2*	

IV Año

	Horas semanales	
	Clases	Ejercicios
Tecnología mecánica i metalúrgica jeneral.....	2	
Tecnología mecánica i metalúrgica especial.....	1*	
Ensayes.....	I diario	
Química analítica cuantitativa.....		diario
Análisis de gases.....		2*
Tecnología química.....	2	
Siderurgia.....	4	
Combustibles.....	I	
Electrotecnia.....	2	2
Ejercicios de metalurgia.....		4
Electrometalurgia.....	I	
Proyectos mineros i metalúrgicos.....		4
Máquinas.....	I	4
Metalografía.....	1*	2*

CURSO DE INGENIEROS SIDERÚRGICOS

Asignaturas

I Año

Matemáticas I parte.....	6	
Jeometría descriptiva.....	2	3
Algebra.....	2*	
Física.....	6	I
Química inorgánica.....	4	
Mineralojía.....	5	
Cristalografía.....		1*
Esplotacion de minas jeneral.....	4	
Proyectos metalúrgicos.....		4*

II Año

Matemáticas II parte.....	2	
Mecánica.....	4	
Dibujo de máquinas.....		2
Preparacion mecánica de minerales.....	5*	
Mineralojía.....		2
Cristalografía.....		1*
Jeología.....	5	
Física.....		2

	Horas semanales	
	Clases	Ejercicios
Análisis al soplete.....	2	2
Química analítica cualitativa.....	1* diario	

III Año

Siderurgia.....	4	
Metalurgia.....	5	
Máquinas.....	4	
Dibujo de máquinas.....		4
Derecho jeneral.....	4*	
Química analítica cuantitativa.....	1 diario	
Volumetría.....		2*
Ensayes de fierro i productos siderúrgicos.....	1* diario	
Construcción.....	3	
Combustible.....	1	
Física, Química.....	1*	
Estadística i derecho de minas.....	2	
Contabilidad minera i metalúrgica.....	2*	

IV Año

Tecnología mecánica i metalúrgica jeneral.....	2	
Tecnología mecánica i metalúrgica especial.....	1*	
Ensayes de fierro i productos siderúrgicos.....	diario	
Química analítica cuantitativa.....	diario	
Análisis de gases.....		2*
Electrotecnia.....	2	2
Siderurgia.....	1*	
Electrometalurgia.....	1	
Proyectos mineros i metalúrgicos.....		4
Ejercicios de Derecho.....		1*
Estadística minera i metalúrgica.....	1*	
Máquinas.....	1	4
Metalografía.....	1*	2*

NOTA.—El asterisco puesto sobre las horas de clases o ejercicios significa que tal ramo se enseña durante un semestre solamente.

Como se vé por el programa de estudios espuesto mas arriba, cada uno de los cursos dura 4 años divididos en dos semestres.

El total de vacaciones es de 3 meses al año próximamente, de manera que el tiempo [de estudio] efectivo para cada semestre es de unos 4 meses solamente.

Se rinde un exámen jeneral despues de los dos primeros años de estudio; dicho exámen versa sobre todos los ramos enseñados en esos dos primeros años. El exámen final se rinde al fin de los cuatro años, versa sobre los ramos estu-

diados en los dos últimos años i constituye por sí mismo el exámen de grado de Injeniero.

La asistencia a las clases está poco controlada de parte de los profesores, de modo que los estudiantes gozan de mucha libertad durante todo el tiempo que duran los estudios. Para presentarse a los exámenes deben haber ejecutado en los laboratorios, colecciones i en el terreno cierto número fijo de trabajos prácticos; para rendir el exámen final o de diploma deben presentar, además, un certificado en que conste que han permanecido, por lo ménos, 150 días en una mina o en un establecimiento metalúrgico segun sea la especialidad que cursa el candidato.

Los estudiantes de la Academia tienen facilidades de ser admitidos para practicar, casi sin escepcion, en todas las minas i establecimientos metalúrgicos alemanes. Aquéllos aprovechan los meses de vacaciones para hacer su práctica.

El grado de doctor injeniero pueden obtenerlo todos los injenieros graduados en la Academia u otras escuelas similares nacionales i extranjeras; despues de presentar una tesis desarrollada sobre un tema fijado por los profesores designados al efecto i despues de rendir un exámen oral ante los mismos.

La minería de Freiberg tiene solamente interes histórico; las minas, despues de un trabajo continuado de mas de 700 años, están próximas a agotarse. El estado sajón, propietario e industrial al mismo tiempo de esas minas, mantiene en trabajo solo algunas de ellas.

Pierde anualmente en su explotacion un millon de marcos que salen de las arcas fiscales para no dejar sin trabajo a los 400 mineros que aun no han encontrado trabajo en otras minas o que por ser mui viejos serian incapaces de ganarse la vida en otra parte.

Se dice, sin embargo, que el estado ha resuelto suspender toda explotacion en el próximo año i que pensionará a los viejos mineros inhábiles.

He visitado dos de esas minas mui semejantes entre sí i a las demas del distrito en cuanto a la forma del yacimiento, mineral i sistema de beneficio. En jeneral, se trata de vetas, que abren en el gneiss i cuyo espesor pasa rara vez de un metro.

El mineral es complejo i se compone de una mezcla mas o ménos íntima de galena, blenda i pirita de fierro; las galenas i blendas tienen jeneralmente alguna lei de plata i a veces se encuentran especies "sulfuradas de plata acompañando los otros minerales entre los cuales suele encontrarse en pequeño cantidad la pirita cobriza.

Siendo las vetas, en su mayoría, casi verticales el sistema de explotacion adoptado consiste comunmente en un chiflon trazado segun la máxima pendiente de la veta; espaciadas de unos 40 metros segun la vertical, arrancan desde el chiflon hácia ámbos lados, las galerías de direccion trazadas siempre por la veta i que siguen las irregularidades de la misma. Las galerías de direccion se comunican entre si por medio de chiflones de manera a subdividir la veta en bloques o paralelepípedos cuyo mineral útil se arranca por el sistema llamado de graderías invertidas, al mismo tiempo que se hace el relleno de los huecos producidos con el material estéril obtenido en el arranque. El mineral útil viene conducido por las galerías de direccion hasta el chiflon central i cargado en las jaulas de la máquina de estraccion para ser sacados al exterior.

El agua de los niveles inferiores se achica por medio de bombas hasta una gran galería de desagüe de 27 kilómetros de longitud que cruza todo el distrito minero a una profundidad media de 120 metros debajo de la superficie, i que conduce las aguas hasta uno de los rios vecinos; el agua de los niveles superiores a la citada galería de desagüe cae tambien a ella por comunicaciones establecidas *ad hoc*.

Para la perforacion se usan martillos a mano de aire comprimido alimentados por cañerías que traen el aire bajo presion desde la superficie; la perforacion a mano, a barrena i martillo, se práctica casi mas que la perforacion mecánica.

La mayoría de las instalaciones para la explotacion de las minas del distrito, son anticuadas i de poco interes; no se intenta reformarlas, pues como se ha dicho mas arriba los trabajos están próximos a suspenderse.

El mineral estraído de varias de las minas se trasporta a un establecimiento de concentracion situado en la vecindad; aquí se separa a mano la galena bastante pura, que es la mas abundante, miéntras que el mineral complejo, compuesto principalmente de una mezcla de galena, blenda i pirita, se trata en el establecimiento de concentracion.

Este último tiene una capacidad diaria de 100 toneladas próximamente i produce tres clases de concentrados: galena, galena mezclada con blenda i pirita.

Los productos finales del establecimiento de concentracion, del mismo modo que el mineral escojido a mano, se llevan a uno u otro de los establecimientos metalúrgicos (Mulden-Hütten i Halsbrücke) ubicados en las vecindades.

Estos dos establecimientos metalúrgicos benefician principalmente minerales importados, pues el producto de las minas de Freiberg no bastaria para mantener en actividad a uno solo de ellos.

Habria deseado visitar esos establecimientos que tratan toda clase de minerales hasta los mas complejos, beneficiando todos los elementos en ellos contenidos; pero no me fué permitido el acceso a ellos como así mismo se me negó la entrada a la mayor parte de las minas del distrito.

Freiberg, febrero de 1912.

JUAN BLANQUIER.
Ingeniero de Minas



Adelantos en los hornos Water Jackets

El mayor progreso reside en la jeneralizacion del Water Jacket rectangular para las explotaciones en grande. Puede decirse que el Water Jacket cilíndrico ha quedado reservado actualmente a las pequeñas fundiciones.

Las ventajas del horno rectangular, pueden reunirse: en aumento de pro-

duccion y en mayor regularidad en su marcha. Estos hornos alcanzan a veces dimensiones extraordinarias.

Los hornos actualmente en uso en Garfield, cerca de Salt Lake City, que usa un mineral con lei media de 4% de cobre tienen una superficie de $6.001 \times .20$ metros i el viento es inyectado a una presion de 120 libras por centímetro cuadrado siendo la altura de la carga de 3 metros.

Uno de estos hornos que se dedican a la fundicion semipiritica trata 350 a 370 toneladas de mineral cada 24 horas con un consumo de carbon de coke de 8%.

Las escorias de estos hornos solo contienen 0.35% de cobre,

La sustitucion del crisol por el ante crisol es cuestion que todavia no deja de tener diferentes opiniones porque si bien es cierto que el antecrisol permite ponerse a salvo de accidentes, presenta en cambio el inconveniente de poner el eje a una temperatura inferior a la del crisol, con lo cual la separacion no puede hacerse tan bien. Sin embargo el ante crisol se ha jeneralizado enormemente i se le construye de forma casi siempre circular, de unos 5 metros de diámetro jeneralmente.

La mejora en la construccion de los Water Jackets, no hai duda que la lleva ventajosamente la calidad del material usado hoi día, pues la construccion de estos hornos con fierro colado ya es cosa de la antigüedad; hoi se hacen con palastro de acero soldado al soplete.

Otra de las novedades en estos hornos es la inyeccion del aire caliente, este método tiende a jeneralizarse completamente en Estados Unidos. Varios sistemas hai mui recomendados para efectuar el calentamiento del aire económicamente. Entre los mas jeneralizados es el sistema Grioux, constituido por una serie de tubos de palastro de acero, colocados en el interior del horno, en la periferia i en su porcion elevada, encima de las puertas de carga. Estos tubos son de seccion oval con objeto de aumentar la absorcion del calor.

Resultados obtenidos en Arizona por este medio:

Fusion de cargas mas silíceas, aumento de sílice en las cargas de 2 a 4%.

Economía de combustible de 30% mas o ménos.

Temperatura del viento 225° 280° .

Otro de los métodos esperimentados para calentar el aire que se ha de introducir a los jackets, es dividir la seccion lonjitudinal en dos compartimentos verticales; el interior en contacto con la carga, será para la circulacion del agua, el otro en contacto con el fondo exterior del horno, será para que pase el aire que se calentará por el calor del agua.

Otro método y que ha llamado mucho la atencion por su sencillez, es aprovechar el calor de las escorias que se estraen del horno, haciéndolas pasar por tuberías donde circula el aire; se ha pensado tambien, hacer circular las vagonetas que llevan las escorias en túneles donde el aire puede calentarse.



Problemas en la fundición moderna del cobre⁽¹⁾

Como el cobre es la más interesante de las bases metálicas, su importancia en el mundo comercial ha sido aumentada por la maravillosa ciencia de la electricidad. No discutiré su metalurgia, únicamente intento describir la fundición moderna del cobre, lo cual es de sumo interés para los estudiantes aventajados. Al decir moderna, me refiero a los últimos treinta años.

Hace ménos de treinta años, minas como la United Verde de Arizona, las minas de cobre del Norte de California i algunos otras mas, se conceptuaban como de poco valor porque sus metales eran sulfurosos, los cuales en esa época se consideraban como rebeldes o refractarios. Las citadas propiedades fueron examinadas por algunos ingenieros notables, quienes emitieron respecto a ellas, informes desfavorables. En la actualidad dichas minas se han convertido en la base de la baratura i perfeccion actual metalúrgica del mundo.

Durante algunos años la Dominion Copper Company, de Globe, Arizona, estuvo arrastrando diariamente un tren cargado de metales sulfurosos, desde Bisbee a Globe, Arizona; es decir, algunos centenares de millas, con objeto de hacer de dichos sulfuros mate de cobre para convertirlos.

No fué solo esto, sino que tambien la escoria producida no era tan limpia de cobre como la que se consigue cuando se funde i convierte directamente a cobre negro. Recuerdo aun la época cuando en Clifton i en Globe, (Ariz.), Santa Rita (N. M.), i algunos otros lugares los óxidos ricos de cobre eran fundidos a cobre de lingote, reduciendo comparativamente un pequeño tonelaje en el horno, gastando de 20 a 24% de combustible i desperdiciando en la escoria de 2 a 3% de cobre cuyo valor era de seis a nueve dollars. En la actualidad el valor del promedio del cobre por tonelada que contiene la escoria que se tira, creo que no excede de 60 centavos; i el combustible que se gasta en los altos hornos es de 1 a 10%, segun sea la cantidad de azufre contenida en el mineral i el carácter de la escoria que se tenga que hacer. En resúmen, las ventajas de la fundición de los minerales sulfurosos de cobre son como sigue:

1.º Mayor capacidad para el mismo tamaño del horno.

2.º Menos peligro de *freeze-ups*, término jeneralmente usado por los fundidores cuando el horno se pierde por las incrustaciones formadas por cualquier causa.

3.º Menor consumo de combustible.

4.º Menos desperdicio de cobre en la escoria.

I se podría agregar, ademas, la economía del tostado del mineral.

Cuando se fundía directamente a cobre negro, era necesario tostar todo metal rico en sulfuro. Algun tiempo despues el sistema de fundición a mate de cobre estuvo en uso jeneral, por lo que se pensó en la necesidad de tostar la mayoría de los sulfuros, usándose mas combustible que el que se usa en la actualidad; pero como el sistema fué perfeccionado primeramente con la ayuda del soplo de aire frio caliente i despues con soplo de aire frio bajo alta pre-

(1) De una memoria dirigida a la Asociacion Minera de la Universidad de California.

sion, el promedio o cantidad de combustible se redujo continuamente hasta llegar en algunos casos a fundirse en el alto horno un metal de baja calidad sin ningun combustible.

Hice referencia del 1 al 10% de combustible en la fundicion del mate dependiendo dicha proporcion de la cantidad de azufre i del carácter de la escoria que tuviera que hacerse. Si la proporcion de azufre es baja será necesario usar mas combustible para proporcionar el calor necesario, economizando el azufre para la fabricacion del mate.

Ademas si fuera preciso hacer una escoria pobre en fierro i rica en magnesia, alúmina, bario u óxido de zinc, será necesario un calor mucho mayor para conservarla fluida. Una escoria cuya composicion principal sea a base de hierro, requiere ménos calor que cuando el hierro es sustituido por base alcalina (el manganeso jeneralmente es clasificado como hierro para propósitos fundentes), pero es necesario estudiar la gravedad específica de la escoria con objeto de obtener una buena separacion del mate; i en mi práctica, algunas veces al dirigir algunas plantas llegué a tener tan poco hierro i tanto zinc i bario o quizas magnesia i alúmina, que exijió su tratamiento mayor cantidad de la habitual, de calor, para poder conservar suficientemente caliente la escoria, con objeto de que ésta pudiera caer de una manera conveniente.

La excesiva base férrica equivale a una escoria fluida, pero mui pesada para hacer una buena separacion de mate; i el poco hierro i una gran proporcion de bases alcálinas, especialmente de magnesia i bario, requiere mayor cantidad de calor, siendo ademas mui viscosa i teniendo el mate bolas de metal en suspension. La escoria que contenga mucho sílice i alúmina hará la misma cosa; pero la mas engañosa i pérfida de todas, es aquella que contiene mucho óxido de zinc o bario, especialmente si estas dos sustancias están juntas.

La alúmina como la magnesia no perjudican en pequeñas cantidades, pues al fundir hierro, la alúmina es clasificada como una base; pero en la fundicion ordinaria de cobre o plomo yo considero mas seguro clasificarla como un ácido, pues en mi opinion creo que así actúa por la razon de que en los hornos bajos de plomo o cobre se usa una temperatura mucho menor, e inferior proporcion de combustible que en los altos hornos de mayor profundidad.

En la fundicion del plomo, el metalúrgico tiene un márjen mui pequeño en qué trabajar al calcular su escoria; esto es que él no puede confiar en cualquier hierro sulfuroso que no esté tostado; pues si lo hiciera la volatilizacion del plomo seria tan grande que ocasionaria grandes pérdidas, por lo cual debe tenerse mucho cuidado i vijilar la sílice de manera que no se forme silicato de plomo en la escoria.

El metalúrgico de cobre no teme a la volatilizacion del cobre o a la formacion de silicato de cobre. De hecho una escoria silíceas para fundicion de cobre hace un trabajo mas limpio i es mas apropiado para la concentracion por el fuego. Pero si éste confia en obtener todo su hierro con objeto de hacer escoria con sulfuros en bruto, como yo tuve que hacerlo frecuentemente, es necesario, despues de calcular la carga, ver que sus instrucciones se hayan llevado a efecto en el piso de alimentacion; pues el excesivo combustible, el mucho peso o tambien un pequeño volúmen de viento pueden causar un *freeze-up* debido a la falta de fierro en la escoria, La forma del horno, el tamaño i número de to-

beras i la manera como se alimente, todas estas son circunstancias que tienen algun significado en este asunto, de igual manera que la cantidad de viento usado. Tambien deberá de tomarse en consideracion el tamaño i carácter del mineral.

El mineral de tamaño pequeño es mui objeccionable en el trabajo del alto horno (aquí viene al caso la cuestion del método mas apropiado para el molido). La práctica de fundicion por reverbero tiene la ventaja sobre el alto horno, de fundir los minerales de tamaño pequeño; pero estos tienen que ser todos triturados y tostados previamente. Tambien he encontrado que mui poco zinc puede ser volatilizado en el horno de reverbero mientras que yo he logrado volatilizar mas de 49% en los altos hornos ordinarios; lo cual es una ventaja mui grande cuando los minerales contienen mas zinc que lo que las escorias pueden contener. Indudablemente que el lector ha leído artículos describiendo la necesidad de tostar el mate ántes de volverlo a fundir con objeto de hacer un mate mas rico en cobre, ya para el convertidor o bien para el mercado. A este respecto recuerdo un artículo escrito hace algunos años por uno de nuestros metalúrgicos prominentes, diciendo que la refundicion del mate en el alto horno, sin tostado, no aumentaba su contenido de cobre por concentracion. Mi esperiencia por algunos años ha sido, tanto en Arizona como en California, embarcar mate conteniendo 30 a 40% del mineral en Arizona con un promedio de 1½% de cobre; i de California 3%. Esto viene a ser una concentracion de 20 i 13 toneladas de mineral a una tonelada de mate respectivamente, necesitando de una refundicion de este mate con minerales silíceos, cuya refundicion fué hecha con mas dificultad, por la razon de haber tenido una calidad pobre de minerales silíceos a la mano para trabajar con ellos.

Lo anterior es solo una vaga descripcion de los principios de fundicion del mate de cobre donde se usa convertidor; pero para hacer esta mas clara será necesario describir cada rasgo especial.

El convertir el mate a cobre ampollado, significa un ahorro en los gastos de flete, tanto por el fierro como por los otros sulfuros contenidos en un mate; i ademas un precio mayor para el cobre de 1 a 1½ centavos por libra; pero no es practicable trabajar una planta convertidora en conexion con una pequeña planta de mate á ménos que los minerales contengan buena lei de metales preciosos para ayudar al cobre a soportar los gastos, i que las condiciones sean escepcionalmente favorables, sin cuya circunstancia es mucho mejor embarcar el metal sin refinar, no poniéndolo en ninguna planta. Es cierto que algunas de las mas grandes i mejores propiedades productivas de la actualidad, tales como la «United Verde», la «Copper Queen» de Arizona, las fundiciones de cobre de «Montana», i algunas otras que podrian mencionarse, principiaron como plantas de mate de cobre.

Para ilustrar este punto, hace algun tiempo fui llamado para examinar una propiedad a 45 millas del ferrocarril. Los propietarios tenian la seguridad de que ellos poseian una buena propiedad, la cual creian poder hacerla producir hermosas utilidades cuando solo contenia ménos del 3% de cobre. El costo del mercado de cobre es mayor de lo que jeneralmente se cree, especialmente en la forma de mate. El mate que contenga 40% de cobre, es el que mas costea fabricar debido a las pérdidas de la escoria, siendo el mas adecuado

para las plantas convertidoras donde es soplado para hacer cobre ampollado. Un 40% de mate de cobre hecho de un mineral de 3% igualará a una concentración de 14 toneladas de mineral a una tonelada de mate, admitiendo una pérdida de cobre de 5% en la fundición. El gasto de esta tonelada de mate será, estando el cobre a 15 centavos por libra, flete del carro de regreso, 42 millas, no menos que \$ 6; embarque a Salt Lake City, (el mercado mas cercano), flete por ferrocarril \$ 5.25, deducción por la refinación $2\frac{3}{4}$ centavos, por libra \$ 22; deducción del cobre por ensaye de húmedo 1.3%, \$ 3.90.

Todo lo cual suma \$ 37.15 por tonelada de mate que dividido entre catorce toneladas es igual a \$ 2.65 por tonelada de mineral. Considerando que los gastos de laboreo i desarrollo son cuando menos \$ 2.50 por tonelada de mineral; i calculando que los gastos jenerales i otros gastos de oficina son 35 centavos por tonelada; la fundición a la distancia indicada cuando menos \$ 3 por tonelada, llegando dichos gastos a formar un total de \$ 8.50 por tonelada en una planta comparativamente grande. Divídase esta por 60 libras de cobre menos 5% de pérdida o sean 57 libras, el costo será de \$ 14.93 por libra o sea, en números redondos 15 centavos. Jeneralmente los metales de cobre contienen metales preciosos cuyo valor ayuda a los metales de cobre a soportar los gastos; pero en este respecto el contenido de oro i plata en dicho caso era insignificante.

El sistema de concentración del mate a cobre metálico en el convertidor, fué el mayor adelanto en la metalurgia del cobre durante los treinta años i la refinación por medio de la electricidad podrá talvez clasificarse como el segundo. El sistema de convertir mate a cobre, ha sido constantemente perfeccionado desde que se introdujo por primera vez en Butte, Montana. El uso de un mineral silíceo para revestimiento en lugar de cuarzo i barro pobre; mayores convertidores; maquinaria para retacar; por último, pero no el menos deseado, el sistema para adicionar minerales silíceos a los convertidores segun sea necesario, están ahora completándose con gran éxito usando un revestimiento básico i agregando los minerales silíceos en lugar de confiar enteramente en el revestimiento para proporcionar el sílice necesario para combinar con el fierro en el mate, por ser oxidado el azufre i luego arrojado hacia afuera.

Los grandes acontecimientos i no interrumpidas mejoras en la práctica de conversión, han tenido gran influencia en la práctica de la fundición en alto horno i en el de reverbero. La mayor presión i profundidad de los hornos para hacer mate de cobre puede usarse donde los metales sean completamente limpios; pero mi práctica ha sido en la fundición de minerales, conteniendo altas proporciones de zinc, lo cual no obliga a llevar una carga mui baja sobre las toberas, con un techo estremadamente caliente; pues de otra manera las incrustaciones se formarían tan rápidamente en las paredes del horno, que este tendría que pararse para ser arreglado. La forma del horno tambien tiene grande influencia en esta cuestion.

Algunos metalúrgicos abogan por los altos hornos mui anchos o sean como de 56 pulgadas; pero esto solo es posible donde el mineral sea tosco i que el remolido o mas fino se haya separado por medio de cribas. Existe un límite

para el tamaño del mineral especialmente en la fundicion en hornos bajos de minerales conteniendo zinc.

Como el sulfuro de zinc es uno de los minerales de mas difícil fusion, es necesario oxidarlo para volatilizar el azufre i formar óxido de zinc. Por esta razon es evidente que en hornos bajos, el centro de cualquier trozo grande de mineral pasará dentro del crisol donde cese la oxidacion, i allí se acumulará hasta que se pierda el horno, a ménos que un buen mayordomo suspenda el soplo, quite el cuerpo del horno, separe las acumulaciones, sustituya el cuerpo i continúe su trabajo.

Parecerá evidente a los que hayan tenido alguna esperiencia práctica, que el golpe de aire al entrar por el costado del horno tenga la tendencia de ascender al pasar por el centro a traves de la carga; de manera que si el horno es mui ancho o la carga mui fina, se formará lo que se conoce con el nombre de «*sow*» en la forma de un cono en el centro del horno. Esto equivale a pérdidas de tiempo en el trabajo del horno por desviar con el soplo el calor para un lado del crisol i arrojarlo demasiado alto hácia el techo del horno. Antes de que esto sea serio jeneralmente hai uno o mas agujeros de soplar, formados en la carga sobre las toberas a traves de las que se escapa el aire, de la misma manera que en una chimenea. Para evitar estos agujeros se necesita una alimentacion correcta, para lo cual se requiere algo de intelijencia por parte del alimentador.

El mucho zinc siempre es perjudicial; pero este puede manejarse con mayores ventajas en la fundicion del cobre que en la del plomo; de hecho, la blenda de zinc parece dar ménos trabajo en el alto horno con soplo de aire caliente que cuando se tuesta en un horno de reverbero, por necesitarse de mucho mas calor para librarlo del azufre que cuando se tuesta la pirita; i esto debe ser con soplo caliente de oxígeno. Algunos metalúrgicos dicen no necesitarse ningun cobre, pues un mate de hierro salvará los metales preciosos que contenga. Las mezclas que contengan mucho ménos hierro i mas sílice pueden ser fundidas con mayores ventajas que aquellas que he nombrado; pero exijirá una larga discusion el asunto de los diferentes polvos de combinar de cada base con sílice, para formar singulo-silicatos para la fundicion del cobre.

El primer calor que se necesita es para calentar el aire que se sopla hasta una temperatura, en la cual, el oxígeno se combinará ya con el carbono del coke o bien con el azufre contenido en la pirita; luego el calor necesario para fundir minerales i fundentes hasta que se combinen debidamente para poder producir una escoria limpia i fluida por la oxidacion del combustible en la carga causada por el oxígeno del aire soplado. Si se usa soplo de aire frio con el oxígeno libre que va con él es necesario oxidar el combustible extra que se necesita para calentar el soplo dejando por ese motivo poco para el azufre. Si se usa mas soplo frio hasta conseguir mas oxígeno libre, el soplo hace que se vaya léjos el calor de las aberturas de las toberas dentro del horno, i reduce el área de fundicion de tal manera, llevando el calor a la parte mas alta del horno, quemando el combustible i fundiendo los minerales tan cerca del techo del horno, que cualquier cantidad de metal volatilizado no hai oportunidad ni facilidad para recogerlo.

Quando el soplo frío entra en el horno i tropieza con la carga caliente sin combustible, mezclado con el para jenerar calor, resulta luego un horno in-

crustado comenzando con la boquilla de la tobera, reduciendo la capacidad del horno hasta el punto de cerrarse. Esto resulta cuando se usa demasiado sople de aire frio, o cuando se usa mui poco combustible i azufre con sople de aire frio. Con el uso del sople de aire caliente esta dificultad ha disminuido grandemente, i el calentador del sople es de lo mejor hasta el punto de que todo el calor necesario para la fundicion, puede ser producido por la combinacion del oxígeno en el soplete con los elementos de fácil oxidacion en el mineral, tales como el azufre i el arsénico. Cuando estos elementos no se encuentran en cantidad suficiente para producir por oxidacion el calor requerido sin hacer una concentracion mui alta, esto es cuando allí no se encuentra azufre suficiente para hacer mate para el trabajo limpio i regular del horno, se usará luego combustible suficiente, con objeto de salvar el azufre necesario para hacer el grado propio del mate.



Jigantesca explotación de minerales de hierro pobres e impuros⁽¹⁾

En un decenio ha adelantado extraordinariamente el problema del aprovechamiento industrial en las minas de los minerales de hierro pobres e impuros. Estos adelantos, aparte de su trascendencia comercial, son singularmente notables, pues se refieren á materias de poco valor. Hoi se puede decir que se explota, concentra, aglomera i depura, con tal de que haya abundancia, cualquier clase de menas de hierro, como si fueran de plomo, sinc, cobre, etc. En España tenemos ya algunos ejemplos, mas o ménos completos, como Sierra Menera y Alquife, y se disponen á hacerlo en los criaderos de *El Jilico* (Murcia), donde concurre ademas la circunstancia de que se ha descubierto un interesante criadero empleando procedimientos magnetométricos.

El caso de mas importancia hasta el dia es, sin duda, el de las minas de Sydvaranger. Partiendo de un criadero pobre e impuro, aunque de enorme estension, situado en un clima ártico, con temperaturas que descienden a 40 grados bajo cero, se está en camino de pulverizar finamente, enriquecer, purificar y aglomerar una extraccion enorme de dos millones de toneladas al año. Creemos útil dar cuenta de la reseña que publica en *L'Echo des Mines* M. Louis Ganet, porque estos ejemplos han de servir de estímulo para emprender en España la explotación de importantes yacimientos, como los silícicos i fosforosos de baja lei que hai en Leon, Asturias, etc.

Las minas de hierro de Sydvaranger están situadas en el Norte de Laponia, cerca del Cabo Norte, i son, por tanto, las mas septentrionales del mundo. Es un enorme criadero que se estiende en 78 kilómetros cuadrados, i encierra, solamente sobre el nivel del mar, 450 millones de toneladas de mineral. Pero la magnetita de que se compone es pobre; su lei es de 34-36 por 100 Fe, i

(1) De la Revista Minera i Metalúrgica, Madrid.

exije una concentracion para hacerla comercial. A pesar de eso, la Sociedad explotadora, formada por capitales escandinavos, alemanes e ingleses, se propone llegar a una extraccion de dos millones de toneladas al año.

En cuanto al arranque, se aplica en grande escala la perforacion mecánica, con barrenos horizontales de 7 metros i verticales de 20 metros, i con cargas de 3,600 kilogramos de dinamita repartidas en 100 taladros a la vez, que desprenden porciones hasta de 65,000 toneladas. Recójese el mineral con palas o cucharas de vapor, algunas de las cuales cargan 500 toneladas en ocho horas. Las locomotoras para el trasporte de las zafras cargadas son de acumulador de vapor a la presion de 15 kilogramos, i trabajan a 3 kilos; se obtiene de este sistema la ventaja económica de concentrar el consumo de carbon en una central de calderas.

Todo el mineral es pulverizado, i despues enriquecido a 67-68 por 100 *Fe*. Las quebrantadoras del tipo Gates, de movimientos pendular i rotativo, son de capacidad de 500 toneladas por hora, i pueden cargar bloques de dos toneladas, dando fragmentos de 22 milímetros de grueso. De las quebrantadoras al taller de molido hai bastante distancia, que se salva con trenes de vagones de 45 toneladas con 6 bojías. Pasa el mineral a quebrantadoras de mandíbulas, i despues a molinos especiales de bolas, sin tamices, en que se aplica el sistema de clasificacion por flotacion de los *ball mills* de Groendal, i cuya capacidad es de 150-200 toneladas en veinticuatro horas. Este producto, de finura correspondiente al tamiz de 20 mallas, es concentrado en una primera série de separadores magnéticos tipo Groendal, montados en tandem, hasta la obtencion de una lei de 56 por 100 *Fe*. Las materias así enriquecidas son en seguida pulverizadas a ménos 2/10 de milímetro en los *tubs mills*, i pasan a la concentracion definitiva en una segunda série de separadores magnéticos que entregan la sustancia al 66-68 por 100 *Fe*. He aquí la composicion del mineral bruto i enriquecido:

MINERAL BRUTO

<i>Fe</i> ₂ <i>O</i> ₃	36.71%	} <i>Fe</i> 37%
<i>FeO</i>	15.40 »	
<i>SiO</i> ₂	43.90 »	
<i>TiO</i> ₂	0.08 »	
<i>Ph</i> ₂ <i>O</i> ₅	0.07 »	
<i>S</i>	0.04 »	

MINERAL ENRIQUECIDO

<i>Fe</i>	69 %
<i>CaO</i>	0.25 »
<i>MgO</i>	0.24 »
<i>MnO</i>	0.07 »
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	0.16 »
<i>SiO</i> ₂	3.80 »
<i>Ph</i>	0.016 »
<i>S</i>	0.015 »

El enriquecimiento en hierro, i la eliminacion de las impurezas dañosas, sílice, fósforo, azufre i titanio son perfectos.

El taller de la concentracion, montado con arreglo a los planos de la *Metallurgiska Aktiebolaget*, de Estocolmo, que explota las patentes Groendal, está provisto para 20 unidades; cada unidad comprende: 1 quebrantadora de mandíbulas Hadfield; 2 *ball-mills* Groendal; 2 *tub-mills*, i 2 series de separadores magnéticos. Hai actualmente en marcha 8 unidades, que serán ampliadas á 12 en breve plazo. Cada unidad puede pasar 300 toneladas de mineral en veinticuatro horas. De suerte que la instalacion completa, una vez terminada, será capaz de pasar anualmente dos millones de toneladas de mena bruta, suministrando 750,000 toneladas de mena útil con 68 por 100 de hierro, i exenta de azufre, fósforo i demás impurezas.

El concentrado es espedido (a Alemania, en su mayor parte), ya en polvo, ya aglomerado. La aglomeracion o *briqueteo* se hace por el procedimiento Groendal: pequeña comprension, i aglomeracion que se hace calcinando la materia en largos hornos de gas, los cuales proporcionan, como es sabido, aglomerados o *briquetas* duras, resistentes i porosas.

Actualmente, de seis buques de vapor que prestan servicio a la Compañía, cuatro transportan concentrados, i dos briquetas. Los muelles han sido construidos para cargar buques de 10,000 toneladas y para embarques anuales de 500,000 toneladas por lo ménos.

El costo del producto resulta franco a bordo de 10.50 francos la tonelada de concentrados i de 15 francos las *briquetas*, o sea en los puertos del Mar del Norte a 18.75 i 23.75 francos respectivamente. Los precios de venta son en los mercados ingleses i alemanes de 25 francos la mena en polvo, i de 30 francos las briquetas. La ganancia es, pues, de 7 a 8 francos por tonelada, como en la jeneralidad de las explotaciones suecas que tratan por estos procedimientos sus menas pobres e impuras.



Notas mineras

Criticar los defectos de una obra es muy fácil; pero muchas veces el que critica es mas incapaz que el autor de aquélla, i éste a veces puede criticar su obra con mas conciencia que los demas.

Los estudiantes i jóvenes, ingenieros en su gran mayoría, tienen la tendencia a encontrar defectuosas las instalaciones mineras i los métodos de trabajo i proponer modificaciones; pero casi siempre están equivocados. Antes de criticar deben conocer el terreno que pisan, adquiriendo la esperiencia necesaria a toda innovacion.

Las máquinas de estraccion ordinarias que trabajan en piques de gran profundidad consumen gran parte de la enerjía en levantar el peso muerto del cable, que no está equilibrado. Para evitar este trabajo i disminuir la capacidad i gasto de fuerza de la máquina se usa un cable sin fin que circula por una polea fija, al fondo del pique, i al cual van unidos los baldes de estraccion. La fuerza de la máquina se gasta así solo en levantar el peso vivo, porque el peso del cable o de los baldes está equilibrado.

Las bombas centrífugas se recomiendan, en comparacion con las de piston, por su bajo costo, el pequeño espacio que exigen, la pequeña fundacion necesaria i la poca atencion que demandan. Elevan aguas sucias, terrosas i cuando se construyen con material adecuado, sirven para elevar aguas ácidas i cobrizas. Colocadas en série pueden lanzar el agua a cualquiera altura.

Las chancadoras. Blake se diferencian de las Dodge en que las primeras tienen mayor capacidad; pero su producto es ménos uniforme porque en la Blake el mayor movimiento de la mandíbula está en su extremo inferior, mientras que en la Dodge está arriba. Por esto en esta última las mandíbulas pueden colocarse mas cerca entre sí, dando un producto mas fino.

Las mesas vibrantes para el lavado de material fino deben moverse con golpes mas cortos i mas rápidos, que para material grueso, mas cortos, porque el pequeño tamaño del material no exige mas longitud para la separacion de las partículas, i mas rápidos, para que el avance sea mas lijero (compensando así el menor camino recorrido por el menor golpe) i que el agua no arrastre con el relave las partículas minerales. Estas observaciones se aplican tambien al trabajo en cribas.

Los informes de minas dedican muchas veces largas descripciones a la edad jeológica i modo de formacion de los yacimientos metalíferos. Cuando estos informes son destinados a los accionistas de una empresa minera, tales datos no tienen interés ni son comprendidos por muchos de ellos i bien pueden ahorrarse.

Las canchas de los piques deben hacerse ántes de terminar la profundizacion de los últimos, porque aquéllas quedan varios metros mas altas que el plan, i a fin de poder trabajar sobre terreno firme i no sobre un encatrado, i de que la saca no caiga al plan definitivo del pique, de donde es mas difícil extraerla, por lo ménos la cancha debe dejarse iniciada.

Los trapiches lentos, que dan al rededor de 12 revoluciones por minuto, se

recomiendan para la amalgamacion, de preferencia a los que dan 40 vueltas; los cuales pulverizan demasiado el azogue. Estos últimos en cambio aventajan a los primeros en la molienda para la concentracion del cobre, etc., porque tienen mayor capacidad.

Las correas de goma son preferibles a las de otros materiales para trabajos en el agua, como el de los elevadores. Las de suela son las mas resistentes para operacion en seco, como por ejemplo, para el movimiento de chancadoras.

La mesa Overstrom tiene todas sus varillas de largo tal que terminan en una línea perpendicular a la de movimiento i paralela al borde anterior de la mesa, a una distancia de cerca de 50 centímetros de aquel. Este espacio libre permite al agua de lavado arrastrar las últimas partículas de broza que todavía acompañan al concentrado i que no se han separado en la zona de las varillas. Cuando el material que se lava es grueso, la mesa tiene un desnivel ascendente hácia el extremo de descarga hasta de 3 centímetros con el objeto de que el material avance mas lentamente i que en la superficie lisa el agua pueda tener tiempo suficiente de lavar el concentrado; si el material es fino, este desnivel es menor porque el agua puede ejercer accion en ménos tiempo. Mesas, como la Wilfley i Ferrari, cuyas varillas terminan en línea que forma [ángulo agudo con el extremo de descarga i que dejan bastante espacio liso para el lavado final del concentrado, antes de su salida de la mesa, no necesitan el desnivel de la Overstrom.

Elevadores para establecimientos de lavado de minerales que trabajan en el agua son mui resistentes cuando llevan correa de goma i cachos de bronce o cobre, especialmente si las aguas son cobrizas o ácidas, en cuyos casos el fierro se corroe rápidamente.

La capacidad de una criba depende principalmente del ancho de la tela o del cajon, factor del cual aquélla es mas o ménos proporcional; si el ancho es doble la capacidad tambien se duplica. La capacidad tambien aumenta con el largo de la tela, pero solo hasta cierto punto, pasado el cual aquélla permanece invariable. La lonjitud afecta la capacidad del modo siguiente: El mineral a medida que avanza va depositándose mas i mas cerca del tamiz, de modo que cuanto mayor sea la lonjitud, tanto mas partículas alcanzarán a llegar al fondo pero por otra parte cada centímetro mas de lonjitud retiene ménos mineral que el anterior, exijiendo siempre la misma cantidad de agua.

Las mesas Wilfley i otras que producen arenas ricas que deben volverse a tratar, suelen proveerse de una carga de alimentacion con un tamiz sobre el cual se cargan aquellos productos, los cuales mediante el chorro de alimentacion i el movimiento de la caja—como en la mesa Wilfley, Overstrom, etc.,—se descargan regularmente a la mesa.

La pérdida de cobre en un plantel de concentracion era debida principalmente a la irregularidad en la magnitud de su carga. Trabajaba 16 de las 24 horas, en las cuales beneficiaba lo que debia concentrar en 24. Debido a esto las cribas se sobrecargaban, escapando enorme cantidad de cobre al canal. Sucedió, a veces, que el plantel benefició durante 24 horas seguidas menor cantidad de minerales de igual lei que cuando trabajaba 16 horas, habiendo producido mayor cantidad de concentrados. Tuve ocasion de descubrir esta curiosa causa de pérdida, que pudo repararse sin gran pérdida de tiempo ni de gastos

en nuevas obras. Igual cosa no puede ocurrir, por ejemplo, en un plantel de fundicion de cobre, porque el horno o el convertidor no permiten o muestran claramente el estado de la operacion; pero puede presentarse casos análogos de pérdida en los planteles de concentracion i de lexiviacion.

Máquinas de condensacion necesitan de 4 a 7 litros de agua por minuto i por caballo indicado.

El tungsteno o wolfram en sus minerales se determina cualitativamente haciendo hervir el polvo finamente molido con 10 c.c. de ácido sulfúrico concentrado en un tubo de ensaye. Despues de enfriarse el líquido toma un intenso color azul. Es innecesario agregar estaño u otro agente reductor. La reaccion es mui sensible.

Motores de petróleo que trabajan con petróleos gruesos, con mucho betúmen; a fin de limpiar el cilindro, deben emplear petróleos delgados, como bencina, en los últimos momentos de marcha.

F. A. SUNDT,
Ingeniero de Minas.



Filtros para lamas

La lama, que indica para el metalurjista un estado de finura i que fueron consideradas ilexivables e impermeables, actualmente pueden ser filtradas, siendo ahora las lamas hechas expofeso por razon de que la finura de su molido facilita la solucion de sus leyes de oro i plata en ciertas sustancias químicas.

Se clasifica como lamas jeneralmente, todo mineral que pasa a traves de un tamiz de cierta medida siendo este jeneralmente la de 150 mallas. Este límite en la práctica es el que da los mejores resultados, cuando los factores del costo de reduccion a esta medida i el tiempo necesario para la solucion de las leyes que contiene se toman en cuenta.

Hasta hace pocos años las lamas constituyeron el terror tanto del metalurjista como del molinero, quienes procuraban, al hacer la trituracion, producir la menor cantidad posible de lamas, en atencion a las dificultades que mecanicamente se oponian al lexiviar las leyes de dichos productos.

Con los métodos perfeccionados de ajitacion i filtracion se ha venido a obtener los mejores resultados posibles de estraccion.

Actualmente, cuando los metales con leyes de oro o plata están finamente diseminados, la tendencia al tratarlos es apartarse del tratamiento con arena, reduciéndolo todo a lamas. Esto viene a ser forzoso, debido a la necesidad que hai de separar cada partícula de metal de las partículas de gangas que las contiene.

Con el objeto de facilitar la percolacion de las lamas, es necesario suprimir la formacion de terrones en lo que mas sea posible, moliéndolos junto con los compuestos solubles, los cuales harán que el productor del terron se coagule en la superficie de los granos minerales. Dichos compuestos son la cal i los cloru-

ros- i sulfatos de calcio i magnesio. De la accion de la cal para ayudar al tratamiento por cianuracion de las lamas, desde hace mucho tiempo se hace uso.

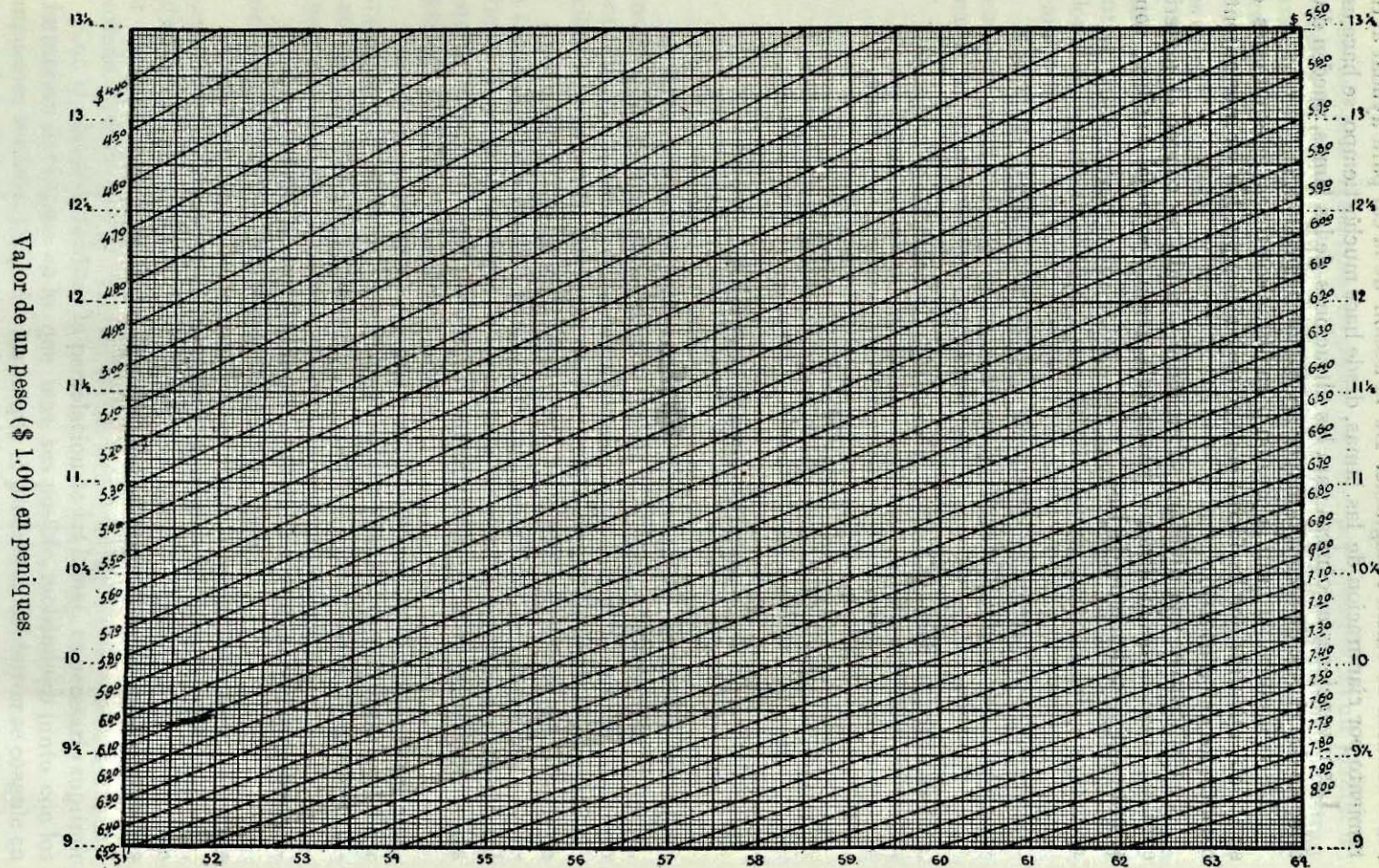
Las invenciones mecánicas para las filtraciones de las lamas, pueden dividirse en dos clases: de menor o mayor aplicacion de presion.

Las máquinas que usan la presion para filtrar son todas intermitentes en su accion, mientras que los filtros por vacío o succion pueden ser intermitentes o continuos en su trabajo.

Se puede hacer una division subsiguiente cuando se conoce el material empleando como medio filtrante, ya sea tela, arena o esponja de sílice, como se usa en el procedimiento de Just.



Cotizacion Jackson para minerales con 10% de cobre.—Precio por quintal métrico (53% del precio de cobre en barra, flete a 35 sh. por tonelada).



Boletín de precios de minerales, productos metalúrgicos, salitre, combustibles, fletes i tipo de cambio internacional, durante el mes de Marzo de 1912.

COTIZACIONES EN LONDRES

COBRE — PLATA — SALITRE

FECHAS	COBRE EN BARRA a 3 meses	PLATA EN BARRA a 2 meses	SALITRE
	La ton. inglesa	Peniques p/. onza troy	Chelines por qq. español
Marzo 7.....	£ 65.10.0	26.7/8	9.3
» 14.....	65. 8.9	26.7/8	9.4
» 21.....	66.18.9	26.3/4	9.4
» 28.....	69. 6.8	26.7/8	9.4
Término medio del mes.....	66.15.9	26.13/16	9,3 1/2

NACIONAL DE MINERIA

COTIZACIONES EN VALPARAISO

COBRE

FECHAS		Cotizacion europea	Cambio	PRECIO DE LOS 100 KS. LIBRE A BORDO.			FLETE POR VAPOR	
				Barra	Ejes 50%	Minerales 10%	A Liverpool o Havre, sh. p/ t/.	A New York dollars p/ ton.
Marzo	8	£ 65. 7.6	10.13/64	\$ 140.25	61.—	7.43.	35	\$ 8.75
»	23	67.10.0	10. 7/32	144.86	63.33	7.67.8/4	35	8.75
Término medio del mes ...		.....	10. 7/32	142.55.1/2	62.16.1/2	7.55	.....	.....

PLATA—SALITRE—CARBON

FECHAS		PLATA	SALITRE		CARBON		
		Kgm. fino libre a bordo m/c.	95% al costado del buque, sh. por qq. español	Flete por buque de vela sh. por ton.	Cardiff Steam	Hartley Steam	Australia
Marzo	8	\$ 88.—	7. 3.1/2	26	50 a 60	45 a 50	37 a 40
»	23	87.60	7. 5.	26	60	55	37 a 40
Término medio del mes.....		87.80	7. 4.1/4	26	.....	.....	.....