

## BOLETIN MINERO

DE LA

## Sociedad Nacional de Minería

SANTIAGO DE CHILE

## SUMARIO

PÁJAS

|  |     |
|--|-----|
| Tratamiento de los minerales complejos de plata segun el procedimiento Hennes..... | 57  |
| Los minerales de hierro del mundo.....   | 68  |
| La evolucion de la industria del coke metalúrgico.....                             | 81  |
| Seccion Salitrera.....   | 100 |
| La provision de nitrato nacional i extranjero.....                                 | 105 |
| Revista Quincenal.....   | 110 |

### Tratamiento de los minerales complejos de plata segun el procedimiento Hennes

#### Patentado por la Sociedad Metalúrgica Chilena Cuprum

Hasta hoy la hidro-metalurgia de la plata ha resuelto de una manera incompleta el problema de tratar los minerales complejos.

Por tal motivo una gran cantidad de minerales de plata, especialmente lo han sido con tales dificultades i tan reducidos rendimientos, que el tratamiento de ellos dejaba poca o ninguna utilidad.

Los diversos procedimientos podrian agruparse en dos grandes porciones: químicos i mecánicos. De los primeros, están los basados en una previa calcinacion clorurante, tales son los de Patera Kapnik, Kiss, Russel Krönke, Augustin, etc.

Los grandes inconvenientes de la calcinacion clorurante son conocidos, especialmente por los metalurjistas que han tenido que tratar minerales que contienen Cu, Zn, As, Sb i Pb.

El problema del tratamiento de minerales complejos es especialmente grave cuando se trata de minerales que contienen poco o ninguna lei de

azufre, pues la gran cantidad de combustible necesario en estos casos para la calcinacion clorurante es casi siempre prohibitiva para los procedimientos que en ella se fundan; en tales casos está indicado el empleo de la lixiviacion por ácidos, cianuro de potasa, etc., pero el gran consumo que de estos reactivos se requiere, hace que tampoco sean aconsejables estos procedimientos en la mayoría de los casos por sus elevados costos.

Quedan los procedimientos mecánicos, concentracion, Oil Flotation, Separacion Electromagnética, etc. Pero ninguno de estos procedimientos ha sido capaz de solucionar satisfactoriamente las dificultades, cuando se ha tratado de minerales pobres i complejos i alejados de los centros de recursos, que es precisamente cuando se les ha necesitado. Hemos tenido a la vista informes i estudios minuciosos de ingenieros americanos, alemanes i otras nacionalidades, que son autoridades en la materia, tratando de resolver el problema de beneficiar unos desmontes que contenian setecientos mil kilos de plata fina en minerales de 450 grm. de plata, por tonelada, en Bolivia, pero que contenian tambien Zn, Cu, Fe, Pb, As i Sb. Todos han llegado a resultados negativos o por lo ménos tan dudosos que no se han atrevido a aventurarse.

En todos los casos llegaban a obtener las blendas piritosas con poco apreciable lei de plata, que era insuficiente para costear los gastos que su transporte i beneficio acarrearía.

Un procedimiento que suprime los inconvenientes de la calcinacion clorurante para los minerales sulfurados i que por el poco consumo de reactivo abarate el costo de lixiviacion de los minerales óxidos complejos, facilitando al mismo tiempo la extraccion de cada uno de los componentes separadamente para dar una recuperacion máxima, es un procedimiento que está llamado a dar incalculables beneficios a los metalurjistas que se ocupen con minerales arjentíferos que presenten las dificultades ya descritas i que son los mas.

PROCEDIMIENTO HENNES.—Como ya se ha podido colegir, el procedimiento Hennes, patentado por la Soc. Metalúrgica Chilena Cuprum, se divide en dos: procedimiento para minerales sulfurados i para minerales óxidos.

El primero consiste en una calcinacion del mineral molido, inyectando dentro del horno i en una fase especial de la calcinacion, una solucion acuosa de salitre. Esta operacion convierte toda la plata, oro i demas metales contenidos en una combinacion fácilmente soluble. Como disolvente se pueden emplear despues todos los que hasta ahora se han usado, cloruro de sodio, hiposulfito de soda o cal, cianuro de potasa, etc., con los medios de precipitacion adecuados en cada caso. En Huanchaca (Bolivia) dió muy buenos resultados el empleo del cloruro de sodio, porque permitía la recuperacion de valores secundarios. Hablaremos un poco mas adelante de esto.

Como se ve, el procedimiento Hennes no ha hecho en este caso mas que cambiar el cloruro de sodio por salitre, dentro del horno, pero con esto ha suprimido de un golpe todos los inconvenientes de la calcinacion clorurante, cuyos tres principales, a nuestro juicio, son: pérdida de plata por volatilizacion, que en Huanchaca, donde tuvimos experiencia personal, arrojaba un promedio de 13%; desgaste excesivo de los órganos de los hornos mecánicos i el exigir una calcinacion delicada, lo que aun cuando haya una gran vijilancia, es siempre un obstáculo [para obtener una buena cloruracion.

El procedimiento para minerales óxidos reemplaza la calcinacion por un tratamiento con una solucion acuosa de salitre en caliente. Por este tratamiento los minerales óxidos de plata quedan convertidos en combinaciones facilmente solubles, haciéndose la lixiviacion i precipitacion como en el caso anterior.

EL INVENTOR.—El inventor del procedimiento, don Cárlos Hennes, es hombre de gran experiencia i ha llegado a los resultados actuales después de largos i pacientes estudios. Diplomado ingeniero de minas de la Universidad Técnica de Aquisgran (Aix la Chapelle) ha sido ingeniero jefe de la Estacion Esperimental de la Electro Magnetische Gessellschaft Mecher-nich, Rhenania, Alemania; Diseñador i constructor de la Calcinacion Mecánica i separacion Electromagnética de la Oberchlecische Zinkhuetten, Actien Gessellschaft, Katowitz, Alta Silecia, Alemania. Iguales cargos tuvo en la Separacion Electromagnética en Civita Castelana, Italia, Calcinacion mecánica i separacion Magnética de la Compañía Huanchaca de Bolivia, Pulacayo, i de la Calcinacion Mecánica de la Compañía Lla-lagua. Ha sido ingeniero consultor de la Ore Trading, de la South American Metal C.º, i Representante de Fr. Groeppel Bochum, fábrica especialista en Concentracion Mecánica.

EL PROCEDIMIENTO HENNES EN LA PRÁCTICA.—La primera empresa minera que pudo conocer el procedimiento Hennes fué la Cía. Huanchaca de Bolivia. Bajo la Administracion Jeneral de don Santiago Pérez Peña i siendo el infrascrito ingeniero jefe de la planta de beneficio en Huanchaca, a mediados de 1918, empezó el señor Hennes con los minerales de Pulacayo sus experiencias, que aun no habian salido de los límites del laboratorio.

Los resultados llamaron desde el primer momento la atencion de la administracion de Pulacayo, que dispuso que una parte del establecimiento a nuestro cargo fuera puesta a las órdenes del señor Hennes para la experimentacion industrial. Fué así que se fué trasformando poco a poco el sistema Patera antiguamente en uso en el Establecimiento por el nuevo procedimiento que en el otoño de 1919 estaba casi completamente implantado allí.

MECANISMO DEL PROCEDIMIENTO EN HUANCHACA.—Era preciso ante

todo aprovechar la maquinaria i útiles existentes para hacer la trasformacion del procedimiento con el minimum de gastos posibles.

Esta maquinaria por ser antigua i de defectuosa instalacion en su oríjen no podia ser ni con mucho la mas adecuada; sin embargo se obtuvo de ella resultados bastante satisfactorios.

El mineral crudo se molia hasta reducirlo a arenas de 1 m/m de diámetro. De los molinos pasaba a los hornos de calcinacion, que eran mecánicos Kauffmann, i aquí se inyectaba en una fase especial de la calcinacion una solucion acuosa de salitre, i su inyeccion se hacia por espacio de un minuto cada tres minutos por pulverizadores que esparcian un suave rocío sobre el mineral incandescente. La presion para inyectar se obtenía colocando el estanque de salitre en un desnivel natural del terreno 30 metros sobre los hornos de donde la solucion salía por cañería de presion.

De los hornos el mineral iba a cubas de lixiviacion donde una solucion concentrada de cloruro de sodio arrastraba la plata i demas metales contenidos en el mineral. La solucion así cargada se la hacía correr con suave velocidad por un laberinto de canaletas, en las primeras de las cuales habia cobre viejo sobre el cual se depositaba la plata; el cobre se depositaba sobre fierro viejo que contenia la segunda parte del laberinto i despues la solucion pasaba a estanques donde se decantaba i oxidaba el fierro contenido en exceso. La solucion decantada era llevada a otros estanques donde se le agregaba una lechada de cal precipitando así el zinc i plomo al estado de óxido, i solo entónces estaba la solucion apta para ser bombeada de nuevo a las cubas con quemadillo para empezar otro circuito.

Sobre cada una de estas operaciones habria mucho que decir; pero trataremos de ser breves.

**MOLIENDA.**—La molienda se hacia en molinos Krupp N.º 4 que funcionaban con mineral en colpa, pues no habia chancadoras previas. Las telas usadas eran de 15 mallas por pulgada lineal dando grano de grueso de 1 m/m. Las telas que con el procedimiento Patera se usaron ántes eran de 30 mallas, por lo cual un molino era capaz de moler solo la cuarta parte en el antiguo procedimiento. En efecto un molino con telas N.º 30 rendia 12 toneladas diarias i con telas N.º 15 hasta 50 toneladas diarias, advirtiendo que allá se trabajaba las 24 horas.

**CALCINACION.**—El mineral molido pasaba directamente a los hornos mecánicos que con el nuevo procedimiento podían funcionar con mayor rapidez que ántes. En una fase especial de la calcinacion, es decir en uno de los cinco pisos en que se divide el horno Kauffmann, recibia el mineral un rocío de solucion concentrada de salitre.

Un horno Kauffmann cloruraba 2 tons. en 24 horas en el sistema Patera, i con el sistema Hennes aumentamos la velocidad de rotacion hasta obtener 6 tns. por horno cada 24 horas. La razon es que la cloruracion exige cierto grado de calcinacion mucho mas intenso que el que el nuevo proce-

dimiento requiere. El sistema Patera para calcinar 1,000 tons. mensuales, necesitaba en Huanchaca nueve hornos Kauffmann i cuatro reverberos de tres pisos; el sistema Hennes paralizó los reverberos i sólo utilizó cuatro hornos Kauffmann para calcinar setecientas treinta toneladas durante un mes de trabajo.

El consumo de salitre por tonelada era de 1%, como término medio de muchos meses.

Pero si interesante es anotar el aumento de capacidad de los hornos en la calcinacion Hennes, lo es todavía mucho mas comprobar que no existe pérdida de plata por volatilizacion. Sabido es que el cloruro de plata mismo no es volátil; pero sí que lo es influenciado por la volatilizacion de otros cloruros. Esto es lo que pasa en la práctica i aunque es verdad que teóricamente se puede reducir en mucho la pérdida por volatilizacion, ello es el producto de una tan cuidadosa serie de operaciones i una tan estricta vijilancia, que ordinariamente no se consigue, llegándose a observar pérdidas de 15% i 25% i mas. (Hoffmann, Hidrometallurgy of Silver)

En Huanchaca, con minerales que contienen zinc, arsénico i antimonio, era de esperarse una pérdida apreciable por volatilizacion, i era interesante ver cómo se comportaban los dos procedimientos en este caso. En Mayo i Junio de 1919 hicimos una serie de experiencias siguiendo el método indicado por Hoffmann en su ya citado libro, pájs. 22 a 25. Los resultados medios fueron los siguientes:

| <u>Pérdidas por volatilizacion</u> | <u>Sistema Patera</u> | <u>Sistema Hennes</u> |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Pérdida en peso                    | 17,8%                 | 19,0%                 |
| Variacion de lei                   | +5,6%                 | +24,0%                |
| Pérdida de plata                   | 13,0%                 | 00,0%                 |

Como se ve, mientras la pérdida en peso por volatilizacion es mas o ménos igual en los dos sistemas, la variacion de lei es mui distinta. Por regla jeneral el mineral clorurado tiene una lei igual o lijeramente superior a la del mineral crudo; en la calcinacion con salitre esta lei aumenta en un 20% a 30%. De esta manera, mientras la pérdida media de plata por volatilizacion era en Huanchaca, clorurando de 13%, en el sistema Hennes era nula.

Por otra parte las reacciones en el horno son de tal naturaleza, que es mui difícil obtener una mala calcinacion, salvo en el caso que se le deje de inyectar el salitre por un espacio largo de tiempo.

Otro detalle que pude observar i que a mi juicio no es despreciable, es la limpieza de los ejes i brazos de los hornos mecánicos, limpieza que resalta al lado de las costras endurecidas que siempre cubren las diversas piezas de los hornos en la calcinacion clorurante.

LIXIVIACION I PRECIPITACION.—Hemos dicho que el mineral calcinado puede ser lixiviado con cloruro de sodio, hiposulfito, etc. En Huanchaca, al lado de un lago de sal, la lixiviacion por solucion concentrada de cloruro de sodio estaba indicada. Ella permitia, como se ha dicho mas atras, extraer la plata, el cobre, el zinc i el plomo. Los minerales que iban al Establecimiento de beneficio no tenian mas de 1 a  $1\frac{1}{2}$  gr. de oro por tonelada i esto se aprovechaba con el cloruro de sodio. Si la lei de oro hubiera sido apreciable, se habria aun podido tratar los relaves de la lixiviacion con cloruro de sodio, con solucion de hiposulfito. En efecto: repetidas veces tratamos los relaves en esa forma i obtuvimos sulfuros con lei de cobre, fierro i plomo, 7% de plata i 800 a 1,000 grs. de oro por tonelada.

La lixiviacion por filtracion tiene sus inconvenientes que les son comunes naturalmente a todos los procedimientos que la usen. A nuestro juicio son dos los defectos principales de la filtracion: la lentitud, i la desigual permeabilidad de la capa filtrante en los diversos puntos de la superficie de las cubas. Lo primero ha sido subsanado en parte con la filtracion al vacio; pero lo segundo es de mas difícil remedio, ya que su causa es debida a varios factores, como acumulacion de fino en determinados puntos i desigual grado de apretamiento del material cargado. El hecho es que para muestrear el relave dentro de las cubas, un tubo hueco enterrado hasta el filtro en diversos puntos de la periferia i del centro de las cubas, daba siempre resultados mui diversos en las leyes de cada muestra tanto en el sistema Patera como en el Hennes.

Estas observacionés aconsejan evitar siempre que sea posible la filtracion, usando tromeles de agitacion o la lixiviacion en canaletas (1).

La precipitacion se hacia, como ya hemos dicho, en canaletas. Se tenia una red de 400 m. de los cuales las dos terceras partes estaban ocupadas por cobre viejo. Este provenia principalmente de los desechos del servicio eléctrico i algo tambien de cobre comprado en Corocoro i fundido en Pulacayo para hacer peines de cobre, que daban una gran superficie de precipitacion. El otro tercio de canaletas estaba ocupado por fierro viejo i virutas de fierro de la Maestranza.

La solucion de cloruro de sodio salia del galpon de la lixiviacion i pasaba a la cancha de la precipitacion, que era un patio cerrado donde

(1) En el establecimiento experimental que la Sociedad Cuprum tiene en Tiltill hemos presenciado la lixiviacion con hiposulfito de soda de 1 Ton. de minerales tratados con salitre previamente en canales de cemento romano con fuerte pendiente.

El canal sólo tenia 20 m. de largo i en su extremo superior caía un chorro de mineral ya tratado con salitre, mezclado con un chorro de hiposulfito de soda. La mezcla corría i en algunos segundos llegaba abajo a un estanque, donde el hiposulfito decantado pasaba a un segundo estanque donde se le agregaba el sulfuro de soda que lo regeneraba, precipitando la plata i dejándolo apto para ser levantado por las bombas a recomenzar su trabajo. El rendimiento obtenido en este caso que describo fué de 80% en fraccion de minuto.

se desarrollaban los 400 m. de canaletas. El cobre se cubria mui pronto de una película de plata que iba engrosando hasta alcanzar espesores de 5 i 10<sup>m</sup>/<sub>mi</sub>, punto en que se desprendia sola para caer al fondo de la canal. Cuando un trozo de canal estaba suficientemente cargado, se le aislaba por medio de compuertas i se le estraía el polvo de plata a mano. Esta operacion debería haberse hecho mecánicamente, barriendo la plata con una corriente de agua dulce hasta un extremo del canal, donde por un orificio seria conducida la plata hasta filtros Oliver.

El cemento de plata era llevado a filtros-prensa donde se aprensaba, luego despues se secaba i se embalaba en cajones de 50 kilos de peso, conteniendo una lei de plata de un 60% a 70%. El resto de impurezas era algo de plomo, cloruro de sodio, cobre i principalmente tierra.

En un recinto techado, todo de cemento romano, la tierra no tendria razón de existir dentro de los cementos. Lo mismo el cloruro de sodio i otras sustancias solubles en agua fria, son susceptibles de ser lavadas en los filtros Oliver. La razón que así me induce a pensar es que cuando se quiso tener un cemento fino, con las precauciones del caso que se podian tomar allá para pequeñas cantidades, se consiguió, obteniéndose cementos ensayados en el laboratorio de Pulacayo de 97%.

Una cosa que interesaba conocer era la cantidad de cobre que era necesaria para precipitar 1 kilo de plata i aunque nunca se pudo llegar a un resultado matemático, se vió bien claro que los valores de cobre necesarios, son o están mui cerca de ser los que teóricamente se puede determinar, esto es que 1 kilo de cobre se disuelve cuando se han precipitado 4 a 5 kilos de plata.

#### CLASE DE MINERALES TRATADOS

Los minerales que se trataron en el espacio de un año fueron mui variados en cuanto al porcentaje de los componentes, pues su clase era la misma. Por regla jeneral la composicion fué la siguiente:

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Azufre          | 25%                    |
| Plomo           | 3,5%                   |
| Zinc            | 18,0%                  |
| Cobre           | 2,5%                   |
| Plata           | 10 D. M.               |
| Oro             | 1,5 grs. por tonelada. |
| Antimonio, etc. |                        |

Se llegó a lixiviar mezclas de piritas i blendas con una lei en zinc de la mezcla, de 30%.

RENDIMIENTOS.—Los rendimientos obtenidos con el sistema Patera fueron siempre bajos en Huanchaca. Con una pérdida media de un 13% por volatilización i una cloruración que siempre dió que hacer, el rendimiento total fluctuó entre 50% i 65% sin tomar en cuenta la pérdida por polvo.

El rendimiento del sistema Hennes se obtuvo de una manera que no podía dejar dudas, en un mes de prueba que se efectuó a pedido de la Administración de Pulacayo, i de cuyos resultados se dejó constancia en un acta especial, a pedido del representante de la Soc. Cuprum. En dicho mes se trataron en el Establecimiento:

600 tns. de mineral crudo con lei de 10,09 D. M.=605,5 ks.

Esto correspondió a:

427 Tns. de quemadillos con lei de 12,67 D. M.=541,34

La producción fué de 430,855 kilos.

Por lo tanto el rendimiento de la lixiviación fué de 79,66% i el rendimiento total fué de 71,16%. Habiendo quedado demostrado que en el procedimiento Hennes no hai pérdidas por volatilización, habria sido de esperar que el rendimiento de la lixiviación fuera igual al total; pero en los hornos además de la pérdida por volatilización, existe la pérdida por polvo o pérdida mecánica. En Huanchaca no hai cámaras de polvo que la eviten; sin embargo, la larguísima chimenea de mil metros que sube por la falda del cerro, recoge gran cantidad del polvo que se escapa, lo que obliga a limpiarla dos veces al año. Para un mes de prueba no se podía avaluar la cantidad de polvo depositado en la chimenea, por lo cual se dió por pérdida para el sistema Hennes, lo que explica la diferencia entre el rendimiento de la lixiviación i el industrial del Establecimiento.

COSTO POR TONELADA.—El costo medio por tonelada que tenía el Establecimiento con el sistema Patera en los años 1914-19, era de Bs. 37,02. El costo por tonelada en el sistema Hennes, el mes de prueba, fué de Bs. 15,30 (1).

No se debe estrañar la diferencia en el costo por tonelada entre los dos sistemas, pues en el nuevo se emplea mucho ménos jente para obtener un mismo resultado. En los molinos i en los hornos, necesita sólo una tercera parte de operarios i en la lixiviación i precipitación todo se hace mecánicamente i la jente se reduce a una quinta parte. En Huanchaca bastaban 50 hombres en el nuevo procedimiento, mientras que con el Patera se usaba hasta tres veces mas.

Para terminar con la relación de los resultados obtenidos en Huancha-

(1) Los costos por Ton. en Huanchaca tanto en el antiguo como en el nuevo procedimiento los estimamos exajeradamente elevados con relación a lo que se obtendría en cualquier establecimiento moderno. Para poder justificar estas cifras tendríamos que entrar en detalles del dominio interno de la Cía. Huanchaca, lo que no es nuestro ánimo tratar.

ca con el sistema Hennes, creemos útil referirnos a la Sociedad Arjentifera de Pulacayo actualmente en formacion.

Esta sociedad pretende realizar el negocio de beneficiar los desmontes i relaves arjentiferos de que es dueña la Compañía Huanchaca.

Es sabido que ya muchas veces firmas mui importantes han pretendido lo mismo tentadas por la gran riqueza que esos desmontes encierran; pero siempre los técnicos han llegado a conclusiones dudosas sobre la eficacia de los procedimientos hasta hoy conocidos. Por esta razon la firma Jackson i Cía. de Valparaiso despues de celebrar un contrato de compra ad-referendum de todos los desmontes, relaves etc., de la C. Huanchaca de B. i de celebrar igualmente un contrato por arriendo de su procedimiento con la Soc. Ch. Metalúrgica Cuprum, envió una comision de ingenieros ingleses a Bolivia a estudiar en el terreno la aplicacion del referido procedimiento Hennes.

Los informes de los distinguidos profesionales señores F. Dietzsch i Roberto P. F. Prain, sumamente favorables, salieron a circulacion en un folletó impreso en Valparaiso en Junio del año pasado con el nombre de Prospecto de la Cía. Arjentifera de Pulacayo.

#### MECANISMO DEL PROCEDIMIENTO HENNES EN EL TRATAMIENTO DE MINERALES OXIDOS

En esto no hai una esperiencia tan completa, como la realizada en Huanchaca con minerales sulfurados; sin embargo, durante un largo número de meses se ha tratado en el Establecimiento de experimentacion de la Sociedad Cuprum un gran número de muestras, obteniéndose siempre, con modificaciones adecuadas a cada clase de mineral, excelentes resultados.

La Sociedad Beneficiadora de Taltal realizó una esperiencia en grande bajo el control de sus ingenieros. Durante un mes se trató en el Establecimiento de la Cuprum, minerales procedentes de sus minas i desmontes.

Tratándose en este caso de minerales óxidos, el mecanismo fué el siguiente: el mineral fué molido i tamizado con telas de 20 mallas por pulgada lineal. De la molienda el mineral se llevaba a un tromel jiratorio que contenia una lejía compuesta de una solucion concentrada de salitre acidulado por ácido sulfúrico. A este tromel llegaba por un extremo del eje, un chorro de vapor de manera de conservar la temperatura de la lejía sobre 60° C.

Una vez el mineral i la lejía correspondientes dentro del tromel i éste bien cerrado, se abria la cañería de vapor i se hacia jirar el tromel lentamente por espacio de cuatro horas. En seguida el mineral se sometia a un lavado previo con agua dulce para estraerle el cobre, plomo, etc. El mineral así preparado era llevado al extremo superior de una canal inclinada

con fuerte pendiente, donde caía poco a poco juntamente con un chorro de hiposulfito de soda en solución. El mineral con la solución de hiposulfito corría por la canal i llegaba a un estanque de decantación en un tiempo de tres cuartos de minuto, tiempo en que la lixiviación estaba terminada. La solución arjentada ya decantada pasaba a un segundo estanque donde se le agregaba el sulfuro de soda que precipitaba la plata rejenerando la solución i dejándola apta para ser levantada por las bombas a recomenzar su circuito. La lejía de salitre quedaba apta para tratar nuevos minerales mediante la adición de salitre i ácido correspondiente.

El consumo de reactivo fué:

|                                       |                      |                     |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------|
| Salitre                               | 1%                   | del mineral tratado |
| Acido sulfúrico                       | 0,5%                 | id. id.             |
| Hiposulfito de soda i sulfuro de soda | lo que es corriente. |                     |

RENDIMIENTOS.—Tomamos de la 35ª Memoria de la Compañía de Minas i Beneficiadora de Taltal, correspondiente al 1.er semestre de 1920 el siguiente dato oficial:

El rendimiento medio de la cianuración en el Establecimiento de la Compañía en los años 1913 a 1920 fué de 72%.

El rendimiento medio obtenido con el procedimiento Hennes que hemos descrito, fué de 81%. En efecto, los minerales tenían lei de 790 grs. de plata i los relaves quedaron con 150 grs. de plata.

También se trataron minerales de los desmontes de la Cía. Taltal. Estos minerales contenían 468 grs. de plata por tonelada, i sus relaves quedaron con 74 grs., habiéndose obtenido un rendimiento de 84%.

COSTO POR TONELADA.—Según la ya citada Memoria el costo de la cianuración fué de..... \$ 210,470.24  
A esta cifra hai que restar por valor de minerales. 68,007.76

Quedando como costo de elaboración. .... \$ 142,462.48

Los minerales tratados fueron 4 053 tons., lo que da un costo de elaboración por tonelada de \$ 35.15. En el procedimiento Hennes los cálculos basados en la experiencia ya descrita son de \$ 17.60 por ton., es decir menos de la mitad.

Con estos resultados tan satisfactorios la Cía. de Taltal ha resuelto cambiar su cianuración por el nuevo procedimiento, lo que hará en breve.

Tal es el estado de experimentación en que se encuentra este nuevo procedimiento que pretende resolver el problema tan largamente estudiado del beneficio de los minerales complejos.

En el curso de estas experiencias industriales hai puntos que han quedado mui bien estudiados para la clase de minerales que se han tratado,

tales son el bajo costo, la sencillez del mecanismo i el alto rendimiento. ¿Estos tres puntos que son el todo en un procedimiento de beneficio, pueden ser estendidos a toda clase de minerales? Si hemos de atenernos solo a las esperiencias industriales verificadas en gran escala, contestamos que es ésta una cuestion que deberá resolverse en cada caso particular; pero si podemos tomar como base las esperiencias de laboratorio para deducir lo que lójicamente fluye de ellas, se puede afirmar que estamos en presencia de un procedimiento que ha resuelto el problema para toda clase de minerales.

Durante el año pasado hemos presenciado o efectuado personalmente en el laboratorio de experimentacion que la Soc. Cuprum tiene en Tiltil, ensayos con mas de cincuenta muestras procedentes de otras tantas minas de Chile, Bolivia i Perú i todas las veces se tuvieron resultados mui satisfactorios. Entre las muestras ensayadas, hubo algunas que contenian la plata en minerales óxidos con un pequeño porcentaje de galenas i blendas arjentíferas; tales minerales necesitan una previa separacion de sulfuros por una concentracion mecánica. Entónces se tratan los sulfuros en los hornos i el resto en los tromeles de salitre, yendo despues juntos a la lixiviacion.

También se ha tratado muestras de minerales cupríferos con baja lei de plata i oro, i con alta recuperacion de los tres valores. Este es un punto que merece la pena ser estudiado con detenimiento. Hai en Chile muchos minerales modestos con lei de 4% o 5% de Cu, unos 100 grs. de Ag i unos 6 grs. de Au por tonelada. Con esto hoi dia no se puede hacer nada, pues sólo se explotan los grandes yacimientos de cobre de baja lei, quedando los minerales ménos abundantes condenados a no ser explotados i si llegan a serlo, los dueños sólo reciben una parte del valor del cobre, quedando el oro i la plata a beneficio esclusivo de los fundidores. Creemos que estos minerales tratados por el procedimiento Hennes podrian dejar en forma de cementos de cobre i sulfuros de plata con lei de oro, una recuperacion de un 80% de su contenido fino con mui importantes utilidades. Sobre este punto esperamos insistir mas tarde, cuando una mayor experimentacion con esta clase de minerales nos permita dar cifras mas concretas.

Santiago, Febrero de 1921.

ARMANDO NAVARRO SINGLETON,  
Ingeniero.



## Los minerales de hierro del mundo (1)

*Formacion, distribucion geológica e importancia de los tipos respectivos.—Situacion económica i produccion de los varios países.—Influencia de factores que rejarán los desarrollos futuros de la industria del hierro i del acero.*

Los minerales de hierro se encuentran asociados a diferentes clases de rocas: sedimentarias, ígneas i metamórficas. Cuando se asocian a rocas sedimentarias los minerales pueden ser el resultado de una sedimentacion directa, o bien de la aplicacion de capas posteriores de sedimentos por medio de sustancias ferruginosas magmáticas o meteóricas. Muchos depósitos de minerales de hierro asociados con rocas sedimentarias se forman por el enriquecimiento de los lechos orijinales del mineral, ya por disolucion i trasporte de los compuestos ferrosos o por la separacion de otros constituyentes minerales asociados.

Entre los depósitos mas importantes de minerales de hierro de orijen sedimentario que han experimentado poco o ningun enriquecimiento desde que se depositaron, escepto talvez en su superficie, se encuentran los minerales del tipo Clinton de los Estados Unidos del Este, los de Wabana, de Terranova, los minerales *minettes*, del distrito de Lorena en el norte de Francia, Luxemburgo, i Alemania del sur, los lechos de siderita oolítica del distrito de Cleveland en el norte de Inglaterra i los minerales de hematita de las minas Geraes, en el Brasil. Los minerales de hierro sedimentario mas importantes, de entre los que son el resultado de enriquecimiento posterior a su depósito, son los del distrito del lago Superior de los Estados Unidos.

### FORMACION DE ROCAS IGNEAS

Los minerales de hierro asociados a la roca ígnea son en su mayor parte de orijen de asiento profundo, habiéndose formado ordinariamente por disoluciones que acompañaron o siguieron a la introduccion de las rocas con las cuales está asociado el mineral. Estos minerales son de dos clases principales:

- 1.º Los asociados con rocas ígneas silíceas, i
- 2.º Los asociados con rocas ígneas básicas.

Los minerales asociados con rocas ígneas silíceas consisten en hematita, o mas comunmente magnetita. Se encuentra en el granito, la sienita

(1) Engineering and Mining Journal.—Mayo 8-1920.

i monzonita, i en el gneiss derivado de éstos por metamorfosis. Muchos depósitos minerales importantes de diferentes países pertenecen a esta clase, contándose entre ellos los depósitos de hematita i magnetita de la Laponia Sueca i de la Suecia Central, los yacimientos de magnetita de Adirondacks i Nueva Jersey del norte, en los Estados Unidos del Este; los depósitos de magnetita i hematita mezclados, de la costa sur de Cuba; la mayor parte de los yacimientos ferrosos de Chile, i los depósitos de Manchuria de reciente descubrimiento. En cuanto a clase, los minerales de hierro asociados a rocas ígneas silíceas figuran inmediatamente en importancia al lado de los minerales de origen sedimentario.

Los depósitos del mineral ferroso asociado con rocas ígneas básicas son casi todos de un tipo distinto, conocidos como magnetitas titaníferas. Estos minerales consisten en una mezcla de magnetita e ilmenita en proporciones variables i, por lo tanto, contienen una cantidad variable de titanio. Muchos grandes depósitos de mineral de esta clase se encuentran en diferentes partes del mundo, encontrándose entre los mas grandes algunos yacimientos en la rejion Adirondacks, en los Estados Unidos, i varios depósitos en Noruega i en el norte i sur de Suecia.

#### FORMACION DE MINERALES DE CONTACTO IGNEO

Un grupo importante de depósitos de mineral ferroso es el resultado de nuevas aplicaciones de materiales minerales sedimentarios que han entrado en contacto con filtraciones ígneas. Estos minerales ordinariamente se encuentran en las calizas próximas a las masas de granito de filtracion, de monzonita, de sienita o de diorita; pero pueden encontrarse dentro de las mismas rocas ígneas que están casi en contacto. Estos minerales se conocen con el nombre de mineral de contacto ígneo, i su origen se atribuye a disoluciones ferruginosas que acompañaron o siguieron a la introduccion de las rocas ígneas con que estaban asociados los minerales. Dichos minerales están estremadamente esparcidos encontrándoseles prácticamente en todos los continentes. En forma local, existen depósitos estensos, como en el distrito Cornwall de Pensylvania, en los Estados Unidos del Oeste, Columbia Británica, en Chile, en China i Japon. Los minerales de contacto ígneo, sin embargo, han proporcionado sólo un tanto por ciento relativamente pequeño de la produccion mundial del mineral ferroso.

Existen tambien depósitos mui esparcidos de aplicacion posterior a las rocas sedimentarias que no están asociados a las rocas ígneas. Se cree que éstos se han formado por las aguas meteóricas ordinarias que disuelven el material ferroso diseminado en ciertos lechos o masas de rocas i que vuelven a depositar los minerales en una forma mas concentrada. Dichos depósitos pueden ser groseramente tableados i semejar depósitos de forma plana o pueden ser de forma mui irregular. La mayor parte de los depó-

sitos de este tipo se componen de siderita que ha reemplazado a la caliza; pero, tambien existen depósitos de hematita i limonita formados por nuevas aplicaciones. Entre los depósitos mas importantes de este grupo se encuentran los de siderita de Bilbao, en España, muy transformados en limonita cerca de la superficie; el mineral de siderita de Eisemerz, en Styria i los depósitos de hematita cerca de Hartville en Wyo. En muchas partes del mundo se encuentran depósitos de hematita, siderita i limonita de este tipo.

Ademas de la clase de mineral de hierro ya mencionada, se encuentra minerales de hierro estensamente distribuidos que son productos de residuos derivados de la accion ejercitada por el aire sobre las rocas ígneas o sedimentarias. Estos minerales se han formado por la concentracion de materiales ferrosos originariamente diseminados en las rocas. Se encuentran principalmente en la forma de limonita, i se presentan ya en forma de grandes masas de mineral relativamente puro, ya como agregados de masas irregulares de varias dimensiones en lechos de arcilla. A esta clase pertenecen los minerales ferrosos rojos, asociados con arcilla de la rejion de los Appalaches de los Estados Unidos, los de limonita de ciertas partes de Rusia i los minerales similares de Corea. Deben tambien incluirse en esta clase los estensos depósitos de limonita, derivados de la descomposicion por el aire de la serpentina que recién ha sido descubierta en la costa norte de Cuba, como tambien los depósitos de mineral ferroso laterítico encontrados en muchos paises tropicales. Los minerales de limonita asociados a las arcillas han sido fundidos desde los mas remotos tiempos, debido a su fácil acceso i a la facilidad con que pueden fundirse por los métodos primitivos. Sin embargo, han dado un escaso porcentaje de la produccion mundial de mineral de hierro.

---

#### DISTRIBUCION GEOGRÁFICA DE LOS MINERALES DE HIERRO EN EL MUNDO

El mineral de hierro consumido en el mundo se ha obtenido principalmente de los cuatro grandes paises productores de hierro: Estados Unidos, Alemania, Francia i Gran Bretaña. Los otros paises que han consumido cantidades importantes de mineral de hierro son, por orden de importancia, los siguientes: España, Rusia, Suecia, Luxemburgo, Austria-Hungría, Cuba, Terranova i Aljeria. La produccion normal anual, en cada uno de estos paises es de mas de un millon de toneladas. En muchos otros paises se han producido cantidades menores de mineral ferroso; pero el total es insignificante comparado con los mencionados.

Mas de la tercera parte de la produccion total anual del mundo procede de Estados Unidos, i de esta produccion corresponde mas o menos un 85% al distrito del Lago Superior. Por lo tanto, esta rejion es con mu-

cho la mas importante del mundo como productora de hierro, dando anualmente mas de 30% del mineral ferroso total mundial. Alemania i Francia han seguido en importancia a los Estados Unidos como paises productores de mineral ferroso, i mas o ménos un 80% del mineral extraido de estos dos paises ha sido de los campos ferrosos de la Lorena situada en sus fronteras. La produccion anual de estos campos, que incluye tambien los minerales de Luxemburgo, ha sido de un 25% de la produccion mundial. Por lo tanto, los distritos juntos de Lorena en Europa, i del Lago Superior en Estados Unidos producen anualmente algo mas de la mitad del total del mineral de hierro explotado.

El mineral de hierro producido en Gran Bretaña se obtiene principalmente del distrito de Cleveland, al norte de Inglaterra. Esta rejion produce mas o ménos el 40% del total británico, lo que equivale a cerca de 2,6% de la produccion anual mundial. En comparacion; el distrito de Birmingham, Alabama i el distrito de Krivoi-Rog en Rusia meridional que le siguen en importancia a los distritos de Lorena i del Lago Superior producen mas o ménos 3,5% i 3,2% respectivamente de la produccion total del mundo.

#### SITUACION DE LAS NACIONES COMERCIALES DIRIJENTES DE LA PRODUCCION DEL FIERRO.

Los paises que en el mundo encabezan la produccion del fierro i del acero son, por orden de importancia, los Estados Unidos, Alemania, Gran Bretaña, Francia, Rusia, Austria-Hungría i Béljica. La produccion anual de estos paises de fierro en lingote llegó en 1913 de 2.300,000 toneladas en Béljica a 30.900,000 toneladas en Estados Unidos. El consumo normal de mineral de fierro hecho por estos paises en los últimos años que precedieron a la guerra i su reciente produccion máxima anual, se puede ver en el cuadro siguiente:

#### CONSUMO NORMAL DE MINERAL DE FIERRO DE LOS PAISES DIRIJENTES DE LA FABRICACION DE FIERRO I ACERO.

| Países          | Consumo en tons. ingls. | Produc. en tons. ingls. |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| Estados Unidos  | 62.000,000              | 75.288,855              |
| Alemania        | 40.600,000              | (a) 33.987,112          |
| Gran Bretaña    | 19.000,000              | 15.997,328              |
| Francia         | 12.300,000              | 21.572,853              |
| Rusia           | 8.900,000               | 9.362,746               |
| Béljica         | 6.800,000               | 164,734                 |
| Austria-Hungría | 5.200,000               | 5.233,055               |

(a) Incluyendo la produccion de Luxemburgo.

Las cifras de consumo representan el hierro metálico consumido en forma de mineral de hierro i se obtiene con la base de la producción i de las importaciones del mineral de hierro, i las importaciones del fierro en lingotes, fierro crudo i productos de acero. Las exportaciones del mineral de fierro en lingote, del fierro crudo i de los productos de acero se considera que no forman parte del consumo de los países.

Una comparación entre el consumo i la producción indica que los Estados Unidos, Francia, Rusia i Austria-Hungría son países que se bastan a sí mismos con su materia prima en lo que se refiere a sus industrias de hierro i acero. Gran Bretaña i Alemania dependen del extranjero en un pequeño tanto por ciento para sus necesidades. Bélgica produce un insignificante porcentaje de materia prima para su consumo, i prácticamente depende en forma casi completa de los demás países, principalmente de Francia i Alemania para satisfacer sus necesidades de material ferroso.

En varios países que producen mucho mineral de hierro, la industria del hierro i del acero se encuentra todavía en su infancia. El mineral ferroso de estos países se exporta casi en su totalidad a los grandes países fabricantes del hierro i el acero. El siguiente cuadro indica la reciente producción máxima anual, i el consumo en algunos de ellos:

PRODUCCION MÁXIMA ANUAL I CONSUMO NORMAL DE MINERAL  
DE HIERRO EN VARIOS PAISES

| Países           | Consumo en tons. ingls. | Producc. en tons. ingls. |
|------------------|-------------------------|--------------------------|
| España           | 1.000,000               | 9.705,963                |
| Suecia           | 700,000                 | 6.878,318                |
| Cuba             | .....                   | 1.585,431                |
| Terranova        | .....                   | 1.433,858                |
| Africa del norte | .....                   | 1.349,000                |

Así, se necesitan cantidades considerables de mineral de hierro de otros países que tienen que importar el mineral.

El cuadro siguiente indica la producción de fierro en lingotes i acero en 1913, de los principales países elaboradores de hierro i acero:

PRODUCCION EN 1913 DE FIERRO I ACERO DE LOS PRINCIPALES  
PAISES PRODUCTORES.

| Países         | Fierro en lingotes<br>Tons. ingles. | Acero<br>Tons. ingles. |
|----------------|-------------------------------------|------------------------|
| Estados Unidos | 30.966,152                          | 31.300,874             |
| Alemania       | 19.004,022                          | 18.659,000             |
| Gran Bretaña   | 10.481,917                          | 7.664,000              |

|                 |           |           |
|-----------------|-----------|-----------|
| Francia         | 5.227,378 | 4.349,000 |
| Rusia           | 4.474,757 | 4.750,000 |
| Austria-Hungría | 2.335,170 | 2.641,000 |
| Bélgica         | 2.318,767 | 2.475,000 |
| Canadá          | 1.015,118 | 1.044,000 |
| Suecia          | 728,103   | 574,000   |
| España          | 418,061   | 359,000   |
| Italia          | 420,011   | 897,000   |
| Japón           | 236,491   | 251,000   |

ESTADOS UNIDOS.—Los Estados Unidos han tenido por muchos años en el distrito del Lago Superior los principales campos de producción de mineral de hierro en el mundo. En los últimos años este distrito ha dado más de la tercera parte de la producción mundial. En 1917 se produjeron en los Estados Unidos 75.288,851 tons. de mineral de hierro, 38.647,397 tons. de hierro en lingotes i 45.060,607 tons. de acero que pueden compararse con 61.980.437 tons. de mineral de hierro, 30.966,152 tons. de hierro en lingotes i 31.300,847 tons. de acero en 1913.

Las importaciones de mineral ferroso en 1917 ascendieron a 971,663 tons., i a 306,189 tons. de hierro i acero en forma cruda, comparado con 2.540,770 tons. de mineral de hierro i 250,592 tons. de productos de hierro i acero crudos en 1913.

Las exportaciones de material ferroso de los Estados Unidos en 1917 ascienden a 1.132,313 tons., i en forma cruda de hierro i acero a 4.744,527 tons., comparadas con 1.042,151 tons. de mineral ferroso i 1.278,131 tons. de hierro i acero en forma cruda exportados en 1913.

Estas cifras indican que los Estados Unidos consumen en tiempos normales más o menos el 85% de la producción nacional de mineral ferroso en la fabricación de productos elaborados de hierro i acero. El 15% se exporta como mineral ferroso o productos crudos de hierro i acero que se transforman en productos elaborados en otros países. Estados Unidos consume él mismo la mayor parte de los productos de hierro i acero elaborados en el país. No obstante se exportan al extranjero grandes cantidades de artículos i maquinarias de hierro i acero.

El mineral ferroso que se exporta de este país procede principalmente del Lago Superior, i va a los hornos del Canadá. El mineral importado procede principalmente de Cuba, i se usa en la planta de Sparrows Point de la Bethlehem Steel Corporation. Esta planta tiene facilidades para usar solo el mineral que le llega por botes, i ha estado funcionando casi completamente con minerales extranjeros. Las minas de hierro de Cuba están casi completamente bajo el control de esta compañía, i se espera de ellas un aumento creciente para el porvenir.

La Bethlehem Steel Corporation ha explotado también en Chile un

estenso depósito de mineral ferroso, i se hicieron algunos embarques durante los primeros años de la guerra mundial; pero el trabajo está actualmente suspendido debido a la falta de facilidades marítimas. Se esperan grandes embarques de Chile para mas tarde.

En los últimos años se ha importado por la Bethlehem Steel Corporation una gran cantidad de mineral de Suecia para completar los cargamentos de mineral Cubano. Sin embargo, durante la guerra la Trafikaktiebolaget Grangesberg Oxelosund disminuyó sus remesas de mineral, i por último se negó del todo a esportar mineral a los Estados Unidos. Estos embarques se reanudaron poco despues de la cesacion de la guerra europea.

#### ESCASEZ DE MINERAL DE HIERRO CON BAJA LEI DE FÓSFORO

En los últimos años se han importado a los Estados Unidos desde España, Norte de Africa, i en poca cantidad de Suecia, ciertos minerales de hierro poco fosforado de lei elevada que no se encuentran en cantidad suficiente en los Estados Unidos para satisfacer las necesidades interiores. Durante la guerra, cuando se sintió la escasez de facilidades de embarque para proveerse en este pais de minerales sulfurados de lei elevada, se vió que Estados Unidos dependia en mayor o menor escala del extranjero a este respecto.

Hai una gran cantidad de minas en los Estados Unidos, tales como la mina de Lyon Moutains en nueva York, i la mina de Cranberry, en Carolina del Norte que producen cantidades limitadas de mineral poco fosforado de alta lei. Varias minas de las montañas Menomince, en Michigan, producen un mineral sub-fosforado muy silíceo que puede usarse para completar en parte los minerales de alta lei. Tambien se usa una cantidad considerable de pirita subfosforada, residuo de ácido sulfúrico i plantas fertilizantes para hacer hierro subfosforado. Mucha de la pirita que produce este residuo se importa de España; una parte de él es de orijen nacional, i otra parte procede del Canadá. En conjunto, los Estados Unidos contribuyen con un 60% del material que se necesita para la elaboracion de la produccion normal de lingote de fierro subfosforado.

Ciertos desarrollos mineros que van progresando dejan ver la probabilidad de poder obtener de las minas nacionales un gran porcentaje de mineral para este objeto. La principal empresa es la que proyecta concentrar el mineral de magnetita silícea de las montañas Mesabi del Este. Los experimentos han producido un material de alta lei, i se proyecta emprender el trabajo en grande escala.

ESTENSION DE LAS RESERVAS DE MINERAL DE HIERRO EN LOS  
ESTADOS UNIDOS

Las reservas del mineral ferroso de leyes corrientes son grandes en los Estados Unidos, i se estima que no habrá escasez de este mineral en muchos años. Pueden resistir fácilmente un aumento considerable de consumo. Las más grandes reservas se encuentran en el distrito del Lago Superior en los Estados del sur-este; pero tambien se encuentran grandes reservas vírgenes en los estados del oeste. Los minerales ferrosos de la rejion de la costa del Pacífico han permanecido sin explotarlos por la falta de demanda suficiente de fierro en lingote i de fierro i acero en bruto en la costa del Pacífico. Indudablemente esta demanda aumentará en el porvenir i llegarán a establecerse allí las industrias del fierro i del acero. Las reservas de mineral son mui grandes en el distrito del Lago Superior. Sin embargo, la lei del mineral trabajado ha ido bajando gradualmente, i es posible que ántes de muchos años haya que utilizar los minerales de fierro del Lago de una lei considerablemente inferior a 50%. La lei actual de ese mineral en ese distrito es por término medio mas o ménos de 51%.

Es claro que no hai probabilidad de que haya escasez de mineral ferroso de leyes corrientes en los Estados Unidos. Sin embargo, las reservas de minerales de alta lei están disminuyendo gradualmente i los metales de esta lei de países estranjeros encontrarán un mercado preparado i crecientemente. El capital americano controla una gran reserva de mineral ferroso de alta lei en el Brasil. Mucha parte del metal brasilero es de un promedio de un 68% en fierro metálico i de lei mui baja en fósforo, haciéndolo una materia prima mui adecuada para la elaboracion de fierro especial i para mezclarlo con minerales nacionales de leyes mas bajas. Mucho de este mineral brasilero irá sin duda a Europa, porque es mui estensa la demanda de Bretaña i demas países estranjeros. Sin embargo, es altamente necesario, que una cierta proporcion sea encauzada a los hornos americanos.

ALEMANIA.—El consumo anual de mineral ferroso en Alemania inmediatamente ántes de la guerra fué de 40.600,000 tons., i la produccion incluyendo a Luxemburgo fué de 33.987,112 tons. Por consiguiente, para hacer el servicio de los hornos alemanes fué necesario importar mas de 5.000,000 de tons. de mineral ferroso de países estranjeros. Mas del 58% del mineral de fierro estraido en Alemania ha provenido del distrito de Lorena. La produccion de las minas de fierro alemanas de fuera del distrito de Lorena, ascendió en 1913 a 6.906,809 tons. La produccion de lingotes de fierro durante ese año fué de 19.004,022 tons.

Las importaciones de mineral de fierro anteriores a la guerra en Alemania fueron grandes, llegando a cerca de 14.000 000 de tons. en 1913. Contra esto, las esportaciones fueron algo mas de 2.000,000 de tons.

## IMPORTANCIA DE LOS MINERALES SUECOS DE ALTA LEI DE FÓSFORO.

El mineral de hierro importado de Suecia es principalmente de alta lei de fósforo i procede de las minas de la Laponia sueca i de la Suecia Central. Este mineral se adapta especialmente a la confeccion de fierro en lingote por el procedimiento Thomas, mui usado en Alemania. La mayor parte de los minerales del distrito de Lorena son lijaramente mui bajos en fósforo para servir al procedimiento Thomas; i los minerales suecos bien fosforados, roca de fosfato, i escoria de fosfato, se mezclan con la ganga de Lorena para elevar su contenido de fósforo. Tambien se importa de Suecia una considerable cantidad de mineral ferroso poco fosforado, que se emplea en la elaboracion de lingote de fierro sulfosforado, o con poco fósforo; de España tambien se importa una gran cantidad de este mineral. Este material se usa en Alemania para la elaboracion de hierro en lingote con el que se fabrica hierro ácido **openhearth**.

Desde que la Alemania perdió los campos ferrosos de Lorena, el remanente nacional de minas de hierro podrá suplir ménos del 20% de las necesidades de ese mineral para los hornos alemanes. Sin embargo, es probable que Alemania continúe recibiendo mucho del material que necesite de las minas de Lorena, en donde predominan en la actualidad los propietarios alemanes sobre los de Francia, situacion que sin duda continuará.

GRAN BRETAÑA.—El Reino Unido ha producido en los últimos diez o mas años de 10 a 14% de la produccion mundial anual de hierro i acero i aparentemente ha consumido en tiempos normales un 50% del producto i ha esportado el otro 50%, principalmente a las posesiones británicas. Durante la guerra consumió en el país el 75% de la produccion británica i se esportó el 25%, especialmente a Francia.

El 50% de los productos de hierro i acero elaborado se ha obtenido de minerales estraidos de Gran Bretaña, i el 50% de minerales importados. Así, en tiempo normal las minas nacionales de mineral de hierro satisfacen justamente a la demanda nacional de hierro, miéntras que durante la guerra la demanda nacional fué mucho mayor que la produccion de mineral. La Gran Bretaña depende en un tercio de su provision de mineral de hierro de fuentes exteriores i su produccion interior satisface mas o ménos la mitad de sus productos de hierro.

La industria siderúrgica de Gran Bretaña ántes de la guerra estaba manejada sin control por comerciantes que servían de intermediarios entre el productor i el consumidor i que no miraban las ventajas de este último. Los fabricantes británicos tenían poco interes en el interior, i estaban ellos mismos insuficientemente organizados para trabajar con éxito. Si las fuentes productoras del mineral del fierro extranjero hubieran sido cortadas la situacion podria haber llegado a hacerse crítica i en extremo embar-

zosa hasta tanto no se hubiera desarrollado lo suficiente la industria minera nacional.

Para hacer frente a estas circunstancias, la comision de comercio aconsejó una consolidacion de los intereses del fierro por la formacion de un sindicato de compra i distribucion de minerales ferrosos i particularmente para adquirir intereses en el extranjero. Este sindicato deberia establecer agencias de compra, i dirigir todo lo referente a su transporte i comercio, en forma análoga a la organizacion de W. H. Müller Co., de La Haya. El Comité recomendaba que estas operaciones fueran patrocinadas por el Gobierno i que todos los recursos del Imperio Británico se colocaran bajo el control del Gobierno, especialmente en lo que respecta a la obtencion de concesiones a los aliados i a la imposicion de restricciones para favorecer a los productores nacionales. Se nos informa últimamente que los intereses siderúrgicos han sido organizados en la forma indicada.

FRANCIA.—El consumo anual de mineral de hierro en Francia para la elaboracion de fierro en lingote, fierro crudo i productos de acero asciende a 12.000,000 de tons. en las condiciones normules. La capacidad productora de las minas de fierro en Francia es mas de 21.000,000, dejando un excedente de 9.000,000 de toneladas al año para la esportacion. Mas de 90% del mineral de hierro producido en Francia se obtiene de las minas de hierro de Lorena.

La mayor parte del mineral esportado en el pasado ha ido a los hornos de Alemania i mucha parte a Bélgica.

Las importaciones del mineral de fierro son pequeñas, siéndolo principalmente el mineral de alta lei de Suecia, que es escaso en Francia. Las posesiones francesas en el Africa del Norte tienen grandes reservas de mineral de lei elevada, pero el mineral estraído de allí ha tomado el camino de Inglaterra i Alemania.

Como resultado de la guerra, la parte de los campos de hierro de Lorena, i los límites de las provincias disputadas de Alsacia i Lorena, han sido entregadas a Francia, que tiene así el control de toda la produccion de los campos de hierro de la gran Lorena, con escepcion de la parte incluida en el Luxemburgo. La produccion de los campos de hierro de Lorena, incluyendo la parte que anteriormente pertenecia a Alemania, ha sido aproximadamente de 48.000,000 de tons. al año, de la cual se estraen del Luxemburgo unos 7.000,000 de tons. Fuera del distrito de Lorena, Francia produce 1.500,000 tons. de mineral. Así, miéntras no se ensanche mucho mas la produccion de fierro i acero en Francia, este pais tendrá que esportar gran parte de su produccion de mineral.

RUSIA.—En 1913 Rusia ocupaba el sexto lugar en la produccion de mineral de fierro, i el quinto lugar en la produccion de fierro en lingote, produciendo mas o ménos  $4\frac{1}{3}\%$  de la produccion mundial de mineral ferroso, i un 6% de fierro en lingote. Las reservas rusas de mineral se esti-

man en 1,600,000,000 de tons. Parte de ellas, especialmente en la Rusia Central, no es explotable económicamente. El distrito de la Rusia Meridional es importante, por sus grandes reservas, su gran producción y su ubicación. Esto tiene especialmente más valor en este tiempo, debido a la necesidad de mineral de hierro por Alemania para el porvenir.

La producción rusa de mineral de hierro aumentó anualmente de 2,000,000 de tons. en 1891-93 a 7,000,000 u 8,000,000 en 1913-17. La Rusia del Sur (casi exclusivamente el distrito de Krivoi-Rog) produjo aproximadamente 7,000,000 de tons. en 1913; pero en 1916 la producción de esta región había sido reducida a la mitad, siendo cubierta esta diferencia por otras regiones. Entre 1913 y 1917, Rusia produjo anualmente unos 4,000,000 de tons. de hierro en lingote, del cual 3,000,000 de tons. procedían de la Rusia Meridional, y la mayor parte del resto de la región de los Urales.

En 1916 el Comité Central de las Industrias de la Guerra calculó en 3,000,000 de tons. de hierro en lingote para los fines de la guerra, las necesidades mensuales de todo el país, y en 80,000 tons. para las necesidades de la población civil, haciendo un consumo total anual de unas 4,500,000 tons., o sólo más o menos la mitad del consumo normal. La producción total del país se calculó que ascendía en 1917 a sólo 30% de estas necesidades mínimas.

Son tan inestables las condiciones en Rusia que no tiene ningún valor cualquier cálculo que se haga sobre la presente situación. Sin embargo, es razonable suponer que la situación respecto al hierro y al acero no cambiará en lo referente a su trabajo y control. Aun más, podrá predecirse con seguridad que Polonia se desenvolverá más rápidamente en el porvenir como productor de hierro y acero, por cuanto en el pasado se le mantuvo restringida su exportación de mineral.

**BÉLGICA.**—Bélgica ha estado descuidada como productora de mineral ferroso, pero ha sido un importador relativamente grande de mineral ferroso y fabricante de lingotes de hierro. El país ocupaba el sexto lugar como productor de esta clase de hierro en 1913, produciendo en ese año 147,048 tons. de mineral e importando 4,400,000 tons.

Los trabajos siderúrgicos de Bélgica sufrieron mucho por los alemanes durante la guerra, y probablemente transcurrirá algún tiempo antes que la industria vuelva otra vez a la posición que antes ocupaba. Sin embargo, el país ofrece un buen mercado para los minerales de Francia, y en los años venideros será un gran productor de artículos de hierro y acero.

Bélgica prácticamente depende del exterior para la adquisición de sus minerales ferrosos, pero tiene una excelente ubicación como mercado para los minerales de muchos países. Las reservas totales de minerales de hierro del país se han calculado en 62,500,000, insuficientes para una duración de diez años según el consumo actual.

AUSTRIA-HUNGRÍA.—El anterior imperio de Austria-Hungría produjo en los últimos años 2 o 3% de la producción anual mundial de mineral de hierro, i un 2% de la producción de hierro en lingote; por lo tanto, ha ocupado un lugar secundario en la industria siderúrgica. Sus reservas se han calculado en 284.000,000 de tons. de mineral efectivo, i 807.000,000 de tons. adicionales de mineral probable.

Las condiciones inestables de la actualidad producirán probablemente un considerable cambio en el trabajo i control de las minas de hierro. Eventualmente el alza puede estimular la industria del hierro, pero el resultado no alterará materialmente la situación internacional.

JAPON.—La industria del hierro i del acero en el Japon es de pequeña magnitud, si se compara con la de Estados Unidos, Alemania, Gran Bretaña i otros países directores de la manufactura del hierro i del acero. Las reservas totales del mineral ferroso no pasan probablemente de 60.000,000 de tons., o sea ménos de lo que se ha extraído anualmente del distrito del Lago Superior en los últimos años. La industria de la fabricación de acero se estiende sin embargo rápidamente, i en la actualidad se están implantando hornos de aire, hornos de fabricación de acero i otras fábricas de acero en el Japon, en Corea, Manchuria i en la China por cuenta del Japon.

La producción de mineral ferroso en el Japon es completamente incapaz de satisfacer este desenvolvimiento de la industria. La producción de ganga ferrosa en el Japon ha sido por término medio de 150,000 tons. anualmente en los últimos años, mientras que el consumo de artículos de hierro i acero en bruto, semi-bruto i artículos elaborados ha sido de 1.500,000 tons., aproximadamente. Por lo tanto, para satisfacer estas necesidades con sus propias plantas de elaboración, el Japon necesita aproximadamente unas 3.000,000 de tons. por año, de mineral. Comparado con esto el consumo total de mineral ferroso del Japon, tanto importado como nacional es menor de 700,000 tons. El resto del hierro i el acero que el Japon necesita se importa en forma de hierro en lingote i en productos en bruto i elaborados.

El Japon está haciendo un gran esfuerzo para desarrollar depósitos de ganga ferrosa en los países vecinos, especialmente en China, Manchuria i Corea, i la producción de esta fuente que va a los hornos dirigidos por los japoneses está creciendo rápidamente. Entre las empresas japonesas más recientes de hierro i acero en estos países se encuentran los hornos de aire i la planta de acero que se construyen actualmente en Anchan-chang al Sur de Mukden, en Manchuria; los hornos de aire de Pen-hsi-hu, al sureste de Mukden, i los hornos de Ken-ji-pho en Corea. Estas dos últimas plantas están produciendo ahora hierro en lingote que se envía al Japon. En el porvenir, las tres plantas probablemente establecerán la fabricación de acero. Los depósitos de ganga ferrosa se están explotando

en relacion con todas estas plantas. Ademas de usarla en los hornos locales la ganga ferrosa se envia desde estas minas al Japon.

En China la empresa mas importante de hierro i acero se encuentra en Han-yang, en la provincia de Hu-peh. Esta fábrica fué erijida por la Han-Yeh-Ping Iron and Steel C.<sup>o</sup>, como empresa China en relacion con las minas de Tayeh, en la misma provincia. Sin embargo, esta provincia se vió envuelta en dificultades financieras i se tuvo que recurrir al capital japones para que pudiera continuar el trabajo. En la actualidad se le está dando un gran ensanche a la planta bajo la supervijilancia japonesa. El mineral ferroso de las minas Tayeh i el fierro en lingotes de la planta de Han-yang se envian al Japon para servir a las plantas de elaboracion de hierro i acero.

#### DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO EN EL ORIENTE

Es dudoso que las minas de la China, Manchuria i Corea puedan desarrollar a la par con la rápida expansion de la industria japonesa del hierro i el acero para proporcionarle la materia prima necesaria. Circulan rumores de que se están desarrollando varios depósitos de mineral ferroso en la China Oriental, incluyendo el depósito de Chin-ling-chen. Esto puede proporcionar una ayuda adicional. Las minas de hierro de la India pueden tambien dar al Japon mucho mas mineral ferroso del que le han dado en el pasado. Los otros únicos importantes depósitos conocidos de mineral ferroso en todo el Oriente se encuentran en las islas Filipinas. Estos depósitos son muy importantes i se encuentran favorablemente ubicados para abastecer las plantas japonesas, pero se encuentran bajo el control de los norte americanos.

La actual expansion de la industria japonesa del hierro i del acero es tal que se hace discutible si el consumo de los productos de fierro en el Japon será suficiente para absorber la produccion total.

Parece probable que el Japon aspira a un gran comercio de exportacion de sus productos de hierro i acero. Los japoneses pueden no sólo ambicionar el desplazamiento de las mercaderías americanas i europeas en el Oriente, sino que pueden aun intentar asegurarse un mercado en la costa del Pacífico de los Estados Unidos i del Canadá. Es probable que los artículos manufacturados japoneses podrán competir en los Estados Unidos del Oeste con las mercaderías fabricadas en los estados del Este que tienen que soportar pesados gastos de transporte. Por otra parte, hai un movimiento activo para iniciar la industria del hierro en la costa del Pacífico, i se espera que las plantas que allí se establezcan podrán fabricar productos de hierro i acero a un precio bastante bajo para competir en el Oriente con los productos japoneses.

E. C. HARDER I F. EDDINGFIELD

## La evolución de la industria del coque metalúrgico (1)

(Conclusion)

### LA EVOLUCION DE LA INDUSTRIA DEL COKE METALÚRJICO EN CANADÁ

Canadá importa por año de los Estados Unidos mas de 600 millones de francos en productos siderúrgicos.

En Ottava, en las costas del Pacífico, se establecerán grandes usinas metalúrgicas.

«La Compañía Canadiense de Acero» ha desarrollado enormemente sus establecimientos i concluyó una nueva fábrica en Ojibway. Allí se construyen; altos hornos, laminadores, hornos de coque, etc. La poblacion obrera de este centro será de 20,000 almas.

Es, pues, natural que allí se amplien las fábricas de coque.

He aquí las cifras de la produccion anual, de coque en toneladas:

| Años | Coke producido | Años | Coke producido |
|------|----------------|------|----------------|
| 1886 | 35,390         | 1914 | 1.023,860      |
| 1900 | 157,134        | 1915 | 1.170,473      |
| 1905 | 100,488        | 1916 | 1.469,741      |
| 1910 | 902,715        | 1917 | 1.245,862      |
| 1912 | 1.411,229      |      |                |

El 31 de Diciembre de 1917 el número de hornos de coque en funcionamiento era de 1,657. Solamente la «Dominion Iron Steel Company», en Sydney, i la «Algoma Steel Corporation», en Sault-Sainte-Marie, tenían hornos modernos. Estas usinas fabricaron en 1917, 9,941 toneladas de sulfato de amonio i 67,276 toneladas de alquitran.

### EVOLUCION DE LA INDUSTRIA DE HORNOS DE COKE EN INGLATERRA

Desde los primeros dias de la guerra, el ministro de Municiones estableció una organizacion para estimular la recuperacion de los sub-productos de la fabricacion de coque metalúrgico. Al efecto, el pais se dividió en cuatro distritos: Nord, York, Ouest i Galles. El rol de cada director de distrito

(1) Véase «Boletin Minero» N.º 259.

fué de darse cuenta de las insuficiencias de producción i de activar la construcción de nuevas usinas i el mejoramiento del equipo de las antiguas.

Cada director era secundado por inspectores.

#### *Aprovisionamiento de ladrillos refractarios.*

Esto fué causa de grandes inquietudes, que se trataron de evitarlas mediante una rigurosa vijilancia de los pedidos.

#### *Trabajo*

Por un acuerdo del servicio de reclutamiento con los sindicatos obreros se limitó a un máximo de 10% el número de especialistas en la industria del coque que podían ser llamados al servicio en el ejército.

#### *Construcción de hornos de coque*

Se acrecentó rápidamente el número de hornos con recuperación. He aquí, además, una estadística que da el número de hornos en actividad en el día 31 de Julio de cada año:

|           |       |
|-----------|-------|
| 1914..... | 5.893 |
| 1915..... | 6.491 |
| 1916..... | 7.719 |
| 1917..... | 8.219 |
| 1918..... | 8.412 |

Por otra parte el día de la firma del armisticio estaban en construcción 1,253 hornos.

#### PRODUCCION DE BENZOL BRUTO O ACEITES LIVIANOS

Esta alcanzó los valores siguientes:

|      |                |
|------|----------------|
| 1913 | 85.707,600 lts |
| 1914 | 99.102,810 «   |
| 1915 | 113.920, 40 «  |
| 1916 | 140.696,930 «  |
| 1917 | 151.990,660 «  |
| 1918 | 145.693,860 «  |

La disminución de la producción en 1918 se debe a dos causas: la falta

de carbon i la firma del armisticio, despues de la cual la produccion de benzol disminuyó rápidamente (1) (Véase el cuadro de mas adelante).

En definitiva, los resultados de explotacion que se refieren al movimiento del año 1918 (Según el «Gas World» seccion de cokificacion, 3 de Mayo de 1919 p. 15) se encuentran resumidos en este cuadro:

|  |  |
|--|--|
| Carbon carbonizado anualmente por horno, 1,740 toneladas |  |
| Rendimiento de carbonizacion                             | 71,4%  |
| Rendimiento en sub-productos                             | { sulfato de amonio 9,18 kgs.<br>benzol 9,87 lts.<br>alquitran 31,80 lts.<br>agua amoniacal<br>concentrada 1,60 kgs. |
| por tonelada de carbon                                   |  |

(1) Durante el último año de la guerra las importaciones inglesas en benzol (estando éste privado de la mayor parte de su tolueno) alcanzaron a 27,500 toneladas, de acuerdo con la promesa (cumplida mui regularmente) del gobierno ingles.

Es interesante conocer la magnitud del esfuerzo realizado durante la guerra para producir benzol. En 1913, las fábricas francesas de coke no entregaban sino 10,400 toneladas de benzoles comerciales. Ahora, en 1918, la fabricacion de este producto llegó a los siguientes valores:

Fábricas de coke (a pesar de la supresion de las grandes instalaciones del Norte del

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| pais).....                    | 8,400 tons.  |
| Usinas de gas.....            | 13,000 »     |
| Destilerías de alquitran..... | 100 »        |
| Total.....                    | 21,500 tons. |

Las 13,000 toneladas producidas por las usinas de gas se distribuyen como sigue:

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Paris.....         | 6,480 toneladas  |
| Banlieue.....      | 3,150 »          |
| Lyon.....          | 1,180 »          |
| Nantes.....        | 480 »            |
| Le Havre.....      | 400 »            |
| Marseille.....     | 390 »            |
| Bordeaux.....      | 350 »            |
| Saint-Etienne..... | 330 »            |
| Nanterre.....      | 130 »            |
| Toulouse.....      | 110 »            |
| Total              | 13,000 toneladas |

Estas cifras toman en cuenta una merma media de 25% sobre el benzol bruto (A. Grebel, Génie Civil, 8 Noviembre, pájs. 447).

*Sistemas de hornos de coque adoptados en Inglaterra.*

El cuadro siguiente da la nomenclatura de los hornos en actividad el 31 de Julio de 1915:

|             |                  |               |
|-------------|------------------|---------------|
| Hornos      | coimena          | 7,521 hornos  |
| »           | Coppée           | 1,343         |
| »           | Simon Carvés     | 1,769         |
| »           | Otto Hilgenstock | 2,034         |
| »           | Semet-Solvay     | 1,251         |
| »           | Koppers          | 1,241         |
| »           | Simplex          | 486           |
| »           | Haessener        | 404           |
| »           | Bauer            | 40            |
| »           | Collin           | 171           |
| »           | Mackay Seymour   | 32            |
| Otros tipos |                  | 285           |
| Total       |                  | 16,574 hornos |

Como de este total hai 6,491 hornos con recuperacion resulta pues, que quedan 2,562 hornos de cámara, pero sin recuperacion de los sub-productos.

En la página siguiente se incluye un cuadro que muestra la produccion de carbon i su derivados obtenidos por destilacion i que se refiere a los años 1917 i 1918.

|  | Carbon destilado<br>en toneladas | Benzol bruto<br>total producido<br>en litros | Benzol producido<br>por tonelada en<br>litros | Coke producido<br>en toneladas | Alquitran produ-<br>cido en litros | Sulfato de amo-<br>nio en toneladas | Agua amoniaco<br>concentrada<br>2,5% de amoniaco<br>en toneladas |
|--|----------------------------------|--|---|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1917                                       |                                  |  |   |                                |                                    |                                     |  |
| DISTRITO DEL NORTE:                        |                                  |  |   |                                |                                    |                                     |  |
| Escocia.....                               | 524.155                          | 6.879.924                                    | 13,0  | 425.042                        | 16.089.060                         | 9.240                               | 1.491  |
| Durham.....                                | 6.923.415                        | 60.204.932                                   | 8,7   | 3.901.837                      | 217.107.260                        | 59.327                              | 9.759  |
| DISTRITO DE YORK:                          |                                  |  |   |                                |                                    |                                     |  |
| Yorkshire.....                             | 3.095.830                        | 38.903.319                                   | 12,72   | 3.038.662                      | 111.203.242                        | 22.089                              | 10.177   |
| Derby, Lines i Notts..                     | 1.071.939                        | 12.306.103                                   | 11,50   | 724.859                        | 31.018.468                         | 8.655                               | 4.301  |
| DISTRITO DEL OESTE:                        |                                  |  |   |                                |                                    |                                     |  |
| Cumberland.....                            | 777.048                          | 9.172.172                                    | 11,82   | 539.882                        | 29.725.710                         | 9.462                               | 3.852  |
| Lancashire i Cheshire.                     | 686.029                          | 5.696.149                                    | 8,29  | 474.899                        | 19.977.599                         | 4.126                               | ...  |
| Shropshire, Stoffi i<br>Worces.....        | 933.878                          | 11.018.128                                   | 11,82   | 699.597                        | 29.005.649                         | 6.508                               | 801  |
| DISTRITO DE GALLES:                        |                                  |  |   |                                |                                    |                                     |  |
| Denbigh, Glamorgan,<br>Monmouth i Somerset | 1.262.913                        | 7.813.280                                    | 6,16  | 1.061.894                      | 30.941.607                         | 6.280                               | 3.021  |
| Total.....                                 | 15.275.267                       | 151.994.007                                  | 9,87 (1)                                      | 10.866.673                     | 488.068.602                        | 125.587                             | 33.462   |
| 1918                                       |                                  |  |   |                                |                                    |                                     |  |
| DISTRITO DEL NORTE:                        |                                  |  |   |                                |                                    |                                     |  |
| Escocia.....                               | 554.555                          | 7.415.492                                    | 13,31   | 416.166                        | 15.469.746                         | 10.641                              | 406  |
| Durham.....                                | 6.640.501                        | 58.589.090                                   | 8,75  | 4.552.876                      | 207.195.296                        | 63.920                              | 2.587  |
| DISTRITO DE YORK:                          |                                  |  |   |                                |                                    |                                     |  |
| Yorkshire.....                             | 3.130.178                        | 37.844.050                                   | 12,04   | 2.269.895                      | 108.311.630                        | 26.679                              | 7.817  |
| Derby, Lines i Notts..                     | 991.643                          | 11.086.531                                   | 11,14   | 677.439                        | 28.698.864                         | 9.306                               | 3.387  |
| DISTRITO DEL OESTE:                        |                                  |  |   |                                |                                    |                                     |  |
| Cumberland.....                            | 680.312                          | 7.882.612                                    | 11,55   | 477.400                        | 26.430.248                         | 8.593                               | ...  |
| Lancashire i Cheshire.                     | 667.682                          | 6.129.115                                    | 9,15  | 470.921                        | 20.435.424                         | 1.593                               | 4.739  |
| Shropshire, Stoffi Wor-<br>ces.....        | 861.944                          | 10.294.357                                   | 11,91   | 651.080                        | 26.091.250                         | 7.215                               | 2.949  |
| DISTRITO DE GALLES:                        |                                  |  |   |                                |                                    |                                     |  |
| Denbigh, Glamorgan,<br>Monmouth i Somerset | 1.108.578                        | 6.445.320                                    | 5,80  | 1.043.871                      | 32.968.598                         | 8.500                               | 2.014  |
| Total.....                                 | 14.635.403                       | 145.686.567                                  | 9,87 (2)                                      | 10.552.648                     | 465.601.256                        | 134.357                             | 23.899   |

INVESTIGACIONES DE EL «IMPERIAL COLLEGE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY» DE SOUTH KENSINGTON, SOBRE LAS PROPIEDADES DE LOS PRODUCTOS REFRACTARIOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION DE LOS HORNOS PARA COKE.

(Comunicacion al *Iron and Institute*, sesion de Setiembre de 1919).

A propósito de la reduccion del tiempo de cokificacion hemos visto cuál es la importancia de la naturaleza de los productos refractarios empleados en la construccion de los hornos para coke.

Es necesario aun considerar que la calidad del refractario ejerce una influencia considerable sobre el rendimiento en sub-productos i sobre los gastos de mantenimiento de una batería de hornos para coke.

No podemos, pues, pasar por alto las notables investigaciones del *Imperial College of Science and Technology*, de las cuales la parte principal se debe a M. W. Hancock.

(1) La cifra 9.87 corresponde al término medio de todas las que figuran en la respectiva columna.

(2) Id. (1).

*Condiciones requeridas por los ladrillos de los hornos para coke*

Las principales condiciones que deben cumplir son las siguientes:

- 1.<sup>a</sup> Resistencia a un largo i elevado calentamiento bajo la presión normal o una superior a ésta;
- 2.<sup>a</sup> Resistencia al poder «abrasivo» del coke;
- 3.<sup>a</sup> Resistencia a variaciones bruscas de la temperatura;
- 4.<sup>a</sup> Resistencia a las acciones químicas, especialmente a la del cloruro de sodio a temperaturas elevadas.

*Composicion química de los ladrillos de los hornos para coke.*

Podemos agrupar en dos clases a dichos ladrillos, a saber:

- 1.<sup>o</sup> Ladrillos de sílice;
- 2.<sup>o</sup> Ladrillos de arcilla refractaria.

1.<sup>o</sup> *Ladrillos de sílice.*—En Inglaterra son empleados ménos frecuentemente que en los Estados Unidos. La razon de esto es simple: En el Reino Unido sólo se carbonizan carbones lavados, que contienen de 10 a 15% de humedad, en vez de 5% que es la humedad de los menudos para coke tratados por las fábricas americanas. Son precisamente estas condiciones opuestas en la calidad del carbon las que imponen, en los países que consideramos el empleo de materiales refractarios de naturaleza diversa.

En este órden de cosas seria interesante investigar si, por oreamiento o aprensamiento (un simple estilamiento requiere mucho tiempo), tiene realmente interes la reduccion de la lei de agua en el carbon ántes de ponerlo en el horno.

La composicion de los ladrillos de sílice es la siguiente:

|   | Origen de los ladrillos |                |
|---|-------------------------|----------------|
|   | Inglaterra              | Estados Unidos |
| Si O <sub>2</sub>                       | 92,85 %                 | 94,06%         |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>          | 0,40 »                  | 0,87 »         |
| Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>          | 3,35 »                  | 2,23 »         |
| Ca O                                    | 1,30 »                  | 2,52 »         |
| Mg O                                    | indicios                | 0,15 »         |
| K <sub>2</sub> O                        | 0,30 »                  | 0,15 »         |
| Ti O <sub>2</sub>                       | 1,40 »                  | — »            |
| Pérdidas por calcina-<br>cion (al rojo) | 0,40 »                  | — »            |
|   | 100,00 %                | 99,98 %        |

Es curioso recordar a este respecto las conclusiones que M. Bigot, el sabio ceramista, presenta a continuacion de su estudio. *Los productos de la sílice* (*Chimie et Industrie*, 1.º de Diciembre de 1918):

«Se admite que los productos de sílice no son de buena calidad cuando ellos contienen de 94 a 95% de sílice. Sin embargo, mis esperiencias demuestran que las partes grises que se forman en los ladrillos que han permanecido en los hornos Martin, i que contenian solamente 85% de sílice de materias estrañas, son tan refractarias como los productos con 95% de sílice. Por otra parte, gracias a su poca porosidad, estos ladrillos son mui superiores desde el punto de vista de la resistencia a la destruccion, i a todas las temperaturas.

«Se admite igualmente que un exceso de cal i de óxido de fierro es perjudicial en los productos de sílice i que es preciso nunca pasar de 3 a 4% para estos dos elementos juntos. Ahora, en la parte gris de los ladrillos, la proporcion de estos dos elementos varia de 10 a 14%.

«Estas verificaciones confirman, por otra parte, los resultados que yo habia obtenido en mi estudio sobre la constitucion de los ladrillos de sílice esmaltados, provenientes del *Friso de los Arqueros del Palacio de Darío*. ejecutados quinientos años ántes de la era critiana, i que están en el Museo del Louvre. Estos ladrillos contienen mas de 11% de materias, distintas de la sílice, i no se funden a ménos de 1,730º.

Para el objeto de que tratamos, los mejores ladrillos de sílice son los que presentan la menor porosidad, con la condicion de que no se conviertan en polvo bajo la accion prolongada de las altas temperaturas.

2.º *Ladrillos de arcilla refractaria*.—El cuadro siguiente indica la composicion de ladrillos refractarios provenientes de diversos paises:

| Orijen          |         | Elementos         |                                |                                |                  |
|-----------------|---------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
|                 |         | Si O <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Bélgica         | 1       | 79,40             | 18,68                          | 1,30                           | 0,11             |
| »               | Escoyez | 81,14             | 14,20                          | 1,30                           | 1,07             |
| America         |         | 79,29             | 16,66                          | 2,26                           | 0,82             |
| Inglaterra      | 1       | 81,27             | 16,24                          | 1,44                           | 1,05             |
| »               | 2       | 84,52             | 13,39                          | 1,16                           | 0,43             |
| »               | 3       | 79,80             | 17,02                          | 1,35                           | 0,90             |
| »               | 4       | 81,40             | 14,00                          | 1,44                           | 0,61             |
| »               | 5       | 81,39             | 15,79                          | 1,44                           | 0,70             |
| Términos medios |         | 81,26             | 15,46                          | 1,47                           | 0,76             |

Se admite que un ladrillo de buena composicion química debe contener a lo ménos 80% de sílice, no mas de 2% de fierro, calculado al estado de oxido férrico. Las leyes en álcali, cal i magnesia no deben pasar de 1,3% a 0,5% respectivamente.

*Propiedades mecánicas de los ladrillos refractarios*

Se exige que el ladrillo no se ablande o no se deforme ántes de una temperatura de  $1,200^{\circ}$  (cono Seger 6a) i que su punto de fusion esté por lo ménos a  $1,710^{\circ}$  (cono de Seger 27). Estas prescripciones se entiende para condiciones normales de presion. Nótese que bajo la carga de la albañilería que forma el horno, los puntos de ablandamiento i de fusion del ladrillo pueden rebajarse en unos  $200^{\circ}$  en relacion con las circunstancias de los ensayos previos. Importa, por otra parte, que no haya una separacion superior a  $1,5\%$  en las dimensiones prescritas de las piezas refractarias.

*Textura*

La textura del ladrillo ejerce una influencia considerable sobre sus cualidades. He aquí las conclusiones ha que ha llegado M. Hancock:

- 1.º Una textura fina atenúa el poder refractario i facilita el ataque por las acciones químicas;
- 2.º Una textura grosera facilita la resistencia a las variaciones bruscas de la temperatura;
- 3.º El grueso del grano afecta evidentemente la porosidad i la permeabilidad;
- 4.º Una textura fina se opone mejor que una gruesa a la accion abrasiva del coke.

*Accion de las sales contenidas en el carbón.*

Nuestros amigos de Inglaterra han puesto una especial atencion a la corrosion de los ladrillos refractarios por las sales contenidas en el carbon. Estas, que son sobre todo cloruro i sulfatos, se encuentran en su mayor parte en el 10 a  $15\%$  de agua que impregna al carbon.

La descomposicion de estas sales comienza alrededor de una temperatura de  $900^{\circ}$ . Se ha encontrado el radical ácido, combinado con el amoníaco, en las aguas de condensacion de los productos del destilamiento de la hulla. En cuanto a los álcalis puestos en libertad, ellos reaccionan con el silicato de aluminio del ladrillo para formar silicatos alcalinos mas fusibles que éste; es de este modo como los silicatos dobles de aluminio i soda forman en la superficie de los ladrillos una especie de esmalte, escorificacion, que con las variaciones de la temperatura se desprende del ladrillo, i de este modo, la pared del horno se corroe progresivamente. Conviene, pues, vijilar que la lei en cloruro de sodio del agua que circula en el lavado de carbon no sobrepase nunca de  $0,1\%$ . Fijémonos que, en estas

condiciones (0,1% de cloruro de sodio), si en un horno de coque se carbonizan por día 6,500 kgs. de carbon con un 10% de humedad, resulta que pasan por el horno 0,6 kgs. de sal marina por día, lo que da 219 kgs. por año.

El efecto de las sales sobre las paredes de un horno de coque, ya sea construido con ladrillos sílico-aluminosos o de sílice únicamente, es distinto. En los primeros se puede observar que cerca de la puerta se presenta una escoriación debida a la combustión parcial del coque i esta corrosión es mayor en las dos últimas capas de ladrillos. Por lo contrario, en los hornos contruidos con ladrillos de sílice no se presenta ningún deterioro. Se entiende que la calidad de carbón que se empleó en los dos casos es idéntica.

*Lei en sales del carbon.*

Mr. Hancock obtuvo los interesantes resultados que damos aquí:

Diversos carbones, que se molieron lo suficiente para que pudieran pasar por un tamiz con las mallas separadas  $1/5 \frac{m}{m}$ , pero que no podia atravesar el tamiz N.º 30, fueron lavados con agua caliente i se encontró en dicha agua de lavado los elementos que siguen:

| Ensayos | Lei en productos sólidos | Lei en cloruros |
|---------|--------------------------|-----------------|
| 1       | 0,16%                    | 0,007%          |
| 2       | 3,55                     | 0,710           |
| 3       | 1,25                     | 0,560           |

Ensayando enseguida el carbon seco, que se presentaba en pedazos de diferentes gruesos, se obtuvo los resultados que siguen:

| Tamaño           | Lei en productos sólidos | Lei en cloruros | Proporcion de cloruros |
|------------------|--------------------------|-----------------|------------------------|
| 15 $\frac{m}{m}$ | 0,288%                   | 0,096%          | 33,3%                  |
| 3-12             | 0,223                    | 0,050           | 35,4                   |
| 1,5-3,5          | 0,109                    | 0,044           | 40,4                   |
| 1,0-1,5          | 0,122                    | 0,052           | 42,6                   |
| 6,5-1,0          | 0,134                    | 0,070           | 42,9                   |
| Totales          | 0,796                    | 0,302           | 37,9                   |

*Absorción de los álcalis contenidos en el carbon por las piezas refractarias*

Una pieza refractaria cocida a la temperatura de  $1,450^{\circ}$  fué calentada en un crisol con 10 grs. de carbon. Se agregaron en tres períodos espaciados de tres en tres horas 10 grs. de carbon en cada uno; finalmente, la

muestra refractaria se lavó con agua pura i se molió con el objeto de determinar la lei en álcalis. He aquí lo que se encontró para diversos carbones; la lei inicial en  $K_2O$  del ladrillo era 1,7%:

|              | Lei final en $K_2O$ de la pieza refractaria |               |
|--------------|---|---------------|
|              | carbon bruto                                | carbon lavado |
| Carbón N.º 1 | 2,38%                                       | 1,78%         |
| » A          | 3,09  | 2,46          |
| » B          | 2,20  | 1,94          |
| » C          | 2,74  | 3,95          |

En definitiva, se ve que la presencia de una cantidad excesiva de agua en el carbon ofrece serios inconvenientes, a saber:

1.º La albañilería refractaria llevada a alta temperatura (alrededor de 1,100º) sufre, en el momento de la carga del horno, con la llegada brusca del carbon frio i mojado.

2.º La evaporizacion del agua del carbon necesita un consumo considerable de calor que corresponde desde luego a la evaporizacion i despues al sobrecalentamiento hasta la temperatura de 650º, que es aproximadamente a la que salen del horno los productos de la destilacion;

3.º Aumenta naturalmente la duracion de la cokificacion.

4.º Se necesita para el refrescamiento de los gases, ántes de la recoleccion del amoníaco, un aumento en la superficie de los aparatos de condensacion;

5.º Facilita la corrosion de las paredes del horno de coke bajo la accion de las sales que contiene el carbon tratado.

RESÚMEN.—Vemos, pues, que hechos experimentales de una importancia capital son los que han intervenido en Inglaterra i en los Estados Unidos en la industria de los hornos de coke. Hai verdadera importancia en poner a toda luz estos hechos.

#### EVOLUCION DEL COKE METALÚRJICO EN ALEMANIA

Parece que en el curso de la guerra, Alemania ha perfeccionado notablemente sus fábricas de coke. Tanto como los americanos, éstos tienen una tendencia bien marcada en el acrecentamiento de la capacidad de produccion de sus hornos de coke i de adaptarlos a la industria del gas.

He aquí, al respecto, algunas notas llenas de interes:

#### LOS HORNOS DE CÁMARA EN LA INDUSTRIA DEL GAS EN ALEMANIA

Desde el doble punto de vista del mejor resultado financiero de la explotacion i del *efectivo mínimo* en obreros, los hornos de cámara pre-

sentan una superioridad mui marcada sobre los hornos de retortas. Cuando se emplean estos últimos, para una producción de 100.000 mts. cub. de gas por cada 24 horas, se necesita 85 obreros (tres cuadrillas con 8 horas de trabajo cada una) i una cantidad enorme de material (Como las retortas tienen 3,50 mts. de largo i la carbonización dura 6 h, es preciso descargar i cargar 1,440 retortas cada 24 horas, mientras que sólo se necesitan para igual producción 30 hornos modernos de cámara). Los gastos de reparaciones son, por otra parte, mui elevados a causa de que con el frecuente abrir i cerrar de las retortas—2,900 veces al día—las armaduras se dislocan rápidamente. Para manejarlas en buen estado, es preciso un equipo especial de mantenimiento.

Las ventajas principales de los hornos de gas son las siguientes (1):

1.<sup>a</sup>—Para carbonizar 11 toneladas de carbon no se necesitan sino 24 horas;

2.<sup>a</sup>—Para carbonizar 1 tonelada de carbon, sólo es necesario gasificar 120 kgs. de coke en lugar de 200 a 250 kgs. que se usan con las retortas;

3.<sup>a</sup>—Como se pueden emplear máquinas poderosas para espulsar el coke de la célula del horno, i llenar esta última con las 11 toneladas de carbon que puede contener, basta un minuto i medio para ejecutar ambas maniobras. La ganancia de tiempo i de sub-productos es, pues, enorme.

4.<sup>a</sup>—Los hornos son de una construcción tan firme que pueden resistir 15 años seguidos de trabajo sin tener necesidad de reparaciones importantes. Estan son, por otra parte, fáciles a causa del ancho relativamente grandes de las células (de 45 a 50 cm.)

5.<sup>a</sup> Los gastos de mantenimiento son mui reducidos. Antes de la guerra, estos gastos para todo lo que concierne al servicio de los hornos (gasójenos i máquinas) no se elevaba sino a 30 céntimos por tonelada de carbon cokificada;

6.<sup>a</sup> La producción de «polvo de coke» no representa sino el 5% del carbon en los hornos de cámara, en vez del 6% que se tiene en las retortas.

#### RESULTADOS DE LA ESPLOTACION DE LOS HORNOS DE CÁMARA.

| Produccion de gas de<br>alumbrado por 24 horas<br>Mts. cúb. | Número<br>de obreros<br>Mts. cúb. | Produccion de gas<br>por obrero-día |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 100.000   | 17                                | 5,900                               |
| 200.00  | 22                                | 9,100                               |
| 300.000   | 32                                | 9.400                               |

(1) Consúltese a este respecto el estudio de M. A. Gouvy *Utilizacion del gas de los Altos Hornos i de los hornos de coke*, aparecido en Diciembre de 1912, en el *Bulletin de la Societ<sup>e</sup> de Ingenieurs Civils*.

*Datos que se refieren a los años de guerra:*

|   |                      |
|---|----------------------|
| 1).—Produccion de gas por tonelada de carbon puro.....  | 388,9 m <sup>3</sup> |
| 2).—Poder calorífico superior del gas.....  | 180,0 cal            |
| 3).—Peso específico del gas.....  | 0,49 kgs.            |
| 4).—Rendimiento en coke por tonelada de carbon.....   | 800,0 »              |
| 5).—Rendimiento en alquitran por tonelada de carbon..   | 41,0 »               |
| 6).—Rendimiento en amoníaco por tonelada de carbon..  | 2,9 »                |
| 7).—Consumo de coke.....  | 13,74 kgs.           |
| 8).—Gastos de mano de obra para 1,000 m <sup>3</sup> de gas de alumbrado (incluye manipuleo del coke).....              | 0,785 frs            |
| 9).—Gastos de mantenimiento de hornos, de máquinas i de armaduras, para 1,000 m <sup>3</sup> de gas de alumbrado.....   | 0,823 »              |
| 10).—Consumo de corriente eléctrica para las máquinas de los hornos, para 1,000 m <sup>3</sup> de gas de alumbrado..... | 0,072 »              |
| 11).—Conjunto de los gastos (rubros 8, 9 i 10) para 1,000 m <sup>3</sup> de gas de alumbrado.....                       | 1,680 »              |

El gasto de corriente para las máquinas de los hornos no excede de 30 kw por-hora.

INSTITUTO PARA EL ESTUDIO DEL CARBON EN MULHEIM-SUR-RUHR

Este establecimiento ha prestado grandes servicios a Alemania, durante la guerra, para la investigacion de sucedáneos de todas clases, obtenidos a partir del alquitran i de la lignita.

Bajo la iniciativa de von Harnack se fundó en 1912 una Sociedad, «Kaiser-Wilhem», para el desarrollo de las investigaciones científico-técnica. El fin perseguido debia ser obtener la creacion i explotacion racional de una serie de establecimientos autónomos, consagrados cada uno a las investigaciones científicas i técnicas necesarias a una industria o a un grupo de industrias conexas.

La organizacion de estos Institutos debe mantenerse simple i elástica. Cada director es escojido entre los sabios que han tenido buen éxito en las investigaciones científicas i experimentales.

El Director nombra, él mismo, sus colaboradores. Los autores de un descubrimiento que conduzca a tomar una patente, la cual es tomada a nombre del Instituto mismo, reciben de un 25 a 30% de los beneficios producidos por la venta o por la explotacion de la patente.

Este Instituto se inauguró el 27 de Julio de 1914.

He aquí el programa de investigaciones, trazado por el profesor Fischer:

1.º Estudiar la carbonizacion de la hulla para acrecentar el rendimiento en amoníaco, así como la carbonizacion en presencia del hidrógeno o mezclado con vapor de agua, bajo la presion atmosférica o bajo presiones elevadas;

2.º Estudio de los procedimientos de preparacion de combustibles líquidos análogos a los petróleos, partiendo de la hulla i de otros combustibles fósiles, así como de la estraccion directa de los constituyentes hidrocarbурados de la hulla;

3.º Estudio de los componentes de los alquitranes i del gas de hulla; la mejor preparacion de los compuestos ménos volátiles del alquitran, su trasformacion en productos mas volátiles por el hidrógeno bajo presion con o sin el empleo de catalizadores;

4.º Estudio de las preparaciones de gases combustibles i de los equilibrios químicos a que dan lugar las fabricaciones de ellos, así como de los catalizadores destinados a mejorar los rendimientos o a rebajar las temperaturas de preparacion; accesoriamente al fraccionamiento del gas de alumbrado por liquefaccion i destilacion, i la trasformacion del óxido de carbono en metano para suprimir todos los riesgos de nitroxicacion;

5.º La produccion directa i enerjéticamente ventajosa de la electricidad por combustion del carbon (pilas de gas, combustion de gas pobre en los elementos voltáicos, trasformacion termo-eléctrica del calor de combustion del carbon);

6.º Estudio de los combustibles inferiores; medios para aumentar el poder calorífico de la lignita i de perfeccionar su carbonizacion; medios de aumentar el crecimiento de vejetales turbíjenos a fin de preparar la reconstitucion de las reservas combustibles alemanas para el porvenir.

#### EVOLUCION DE LA INDUSTRIA DEL COKE METALÚRJICO EN FRANCIA

Al iniciarse las hostilidades, nuestras grandes fábricas de coke situadas en el Norte fueron ocupadas por el enemigo; despues tuvimos que hacer la guerra. Nos limitamos, por consiguiente, a instalar fábricas de coke en Normandía (Rouen, Caen), en el Centro (Montluçon) i en la Loire (Hulleras de Saint-Etienne, Minas de la Loire, Givors).

Nuestra produccion de coke metalúrjico no llegó en 1918, sino a 2 millones de toneladas. Esto es, pues, apénas la sexta parte de la cantidad que necesitaremos cuando nuestras usinas metalúrjicas del Este sean reconstruidas.

A pesar de todas estas dificultades, no hemos quedado inactivos.

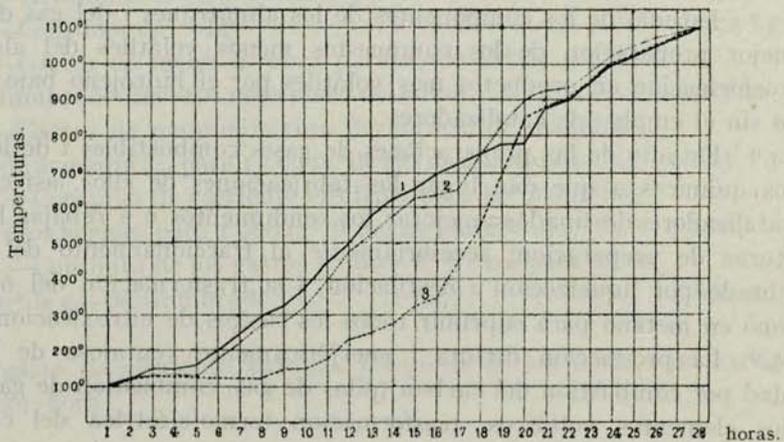
Veámoslo como:

En primer lugar, no se puede dejar pasar en silencio las hermosas esperiencias sobre la formacion del coke de M. M. Charpy i Godchot ci-

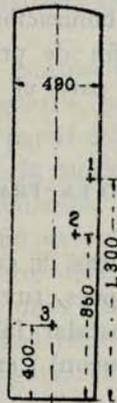
tadas en nuestro estudio *Hacia el acercamiento de las usinas de gas i de las fábricas de coke (I)*, despues a las mas recientes de M. M. Charpy i Decorps, que vamos a resumir.

Es interesante ver la forma cómo varia la temperatura en un horno de coke, para lo cual agregamos los gráficos i cuadros que siguen:

FIG. 1.—VARIACION DE LA TEMPERATURA DE UN HORNO DE COKE EN DIVERSOS PUNTOS SITUADOS SEGUN UNA SECCION VERTICAL.



SECCION TRASVERSAL DEL HORNO



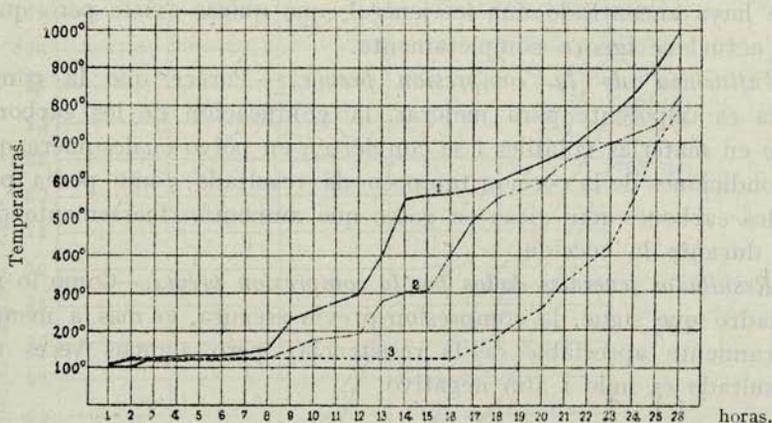
Temperatura de los gases en el conducto horizontal de arriba..... 1,130°  
 Agua del carbon.... 12%

| Horas | Número de los pirómetros |      |      |
|-------|--------------------------|------|------|
|       | 1                        | 2    | 3    |
| 1     | 100                      | 100  | 100  |
| 2     | 120                      | 120  | 120  |
| 3     | 150                      | 125  | 125  |
| 4     | 150                      | 130  | 120  |
| 5     | 160                      | 125  | 120  |
| 6     | 200                      | 175  | 120  |
| 7     | 250                      | 225  | 120  |
| 8     | 300                      | 257  | 120  |
| 9     | 325                      | 280  | 150  |
| 10    | 375                      | 325  | 150  |
| 11    | 450                      | 400  | 175  |
| 12    | 500                      | 475  | 225  |
| 13    | 575                      | 525  | 250  |
| 14    | 625                      | 575  | 275  |
| 15    | 650                      | 265  | 325  |
| 16    | 700                      | 630  | 350  |
| 17    | 725                      | 650  | 450  |
| 18    | 750                      | 750  | 550  |
| 19    | 755                      | 840  | 700  |
| 20    | 775                      | 900  | 850  |
| 21    | 875                      | 925  | 875  |
| 22    | 900                      | 930  | 900  |
| 23    | 950                      | 975  | 950  |
| 24    | 100                      | 1025 | 1000 |
| 25    | 1025                     | 1050 | 1025 |
| 26    | 1050                     | 1075 | 1050 |
| 27    | 1075                     | 1080 | 1075 |
| 28    | 1100                     | 1100 | 1100 |

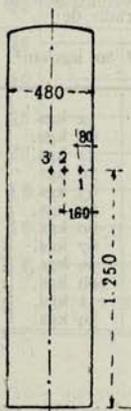
NOTA: A partir de la 18.<sup>a</sup> hora, la temperatura crece mas rápidamente en 2 que en 1, i a partir de 20.<sup>a</sup> hora, en 3 que en 1. A la 24.<sup>a</sup> se tiende a aumento uniforme para las 3 zonas.

(1) *Chimie et Industrie*, Octubre-Noviembre de 1918.

FIG. 2.—VARIACION DE LA TEMPERATURA EN UN HORNO DE COKE, SEGUN UN PLANO HORIZONTAL A 1,25 M. DEL PISO.



SECCION TRASVERSAL DEL HORNO



| Horas | Número de los pirómetros |     |     |
|-------|--------------------------|-----|-----|
|       | 1                        | 2   | 3   |
| 1     | 100                      | 100 | 100 |
| 2     | 100                      | 120 | 125 |
| 3     | 125                      | 120 | 120 |
| 4     | 130                      | 120 | 120 |
| 5     | 135                      | 120 | 120 |
| 6     | 135                      | 120 | 120 |
| 7     | 140                      | 120 | 120 |
| 8     | 150                      | 125 | 120 |
| 9     | 225                      | 150 | 120 |
| 10    | 250                      | 175 | 120 |
| 11    | 275                      | 180 | 120 |
| 12    | 300                      | 190 | 120 |
| 13    | 400                      | 275 | 120 |
| 14    | 550                      | 300 | 120 |
| 15    | 560                      | 300 | 120 |
| 16    | 563                      | 400 | 120 |
| 17    | 575                      | 500 | 150 |
| 18    | 600                      | 550 | 175 |
| 19    | 625                      | 575 | 225 |
| 20    | 650                      | 600 | 260 |
| 21    | 675                      | 650 | 650 |
| 22    | 725                      | 675 | 375 |
| 23    | 775                      | 700 | 425 |
| 24    | 825                      | 725 | 550 |
| 25    | 900                      | 750 | 700 |
| 26    | 1000                     | 825 | 800 |

## SOBRE LAS CONDICIONES DE FORMACION DEL COKE

(Academia de Ciencias, sesion del 30 de Junio de 1919)

Haciendo variar simultáneamente la temperatura de coccion i la compresion previa de la hulla, el coke posee una resistencia mecánica que depende particularmente de las condiciones bajo las cuales se le obtiene.

*Hecho esencial.*—Cada carbon posee una individualidad mui marcada. De aquí, que es mui imprudente despreciar la esperimentacion directa para

la determinacion de las condiciones mas favorables a la formacion de coke, mientras tanto que por una serie mui estensa de investigaciones no se haya encontrado una lei jeneral, que quizas existe pero que en la hora actual se ignora completamente.

*Influencia de la compresion previa.*— Parece que la compresion previa es impotente para mejorar la cokificacion de los carbones mui pobre en materias volátiles i se convierten en polvo cualesquiera que sean las condiciones de la coccion tampoco da resultado, como podia preverse, con los carbones mui ricos en gases que aumentan fuertemente de volumen durante la coccion.

*Resultados jenerales dados por la compresion previa.*— Como lo muestra el cuadro que sigue, la compresion previa asegura, lo mas a menudo, un mejoramiento apreciable de la resistencia, pero algunas veces tambien el resultado es nulo i aun negativo.

| Número de orden | Lei en cenizas | Lei en materias volátiles | Temperatura de coccion | Resistencia obtenida con una compresion previa por centimetro cuadrado de: |                        |                        |                        |                         |
|-----------------|----------------|---------------------------|------------------------|--|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
|                 |                |                           |                        | 1 kgs/cm <sup>2</sup>  | 20 kgs/cm <sup>2</sup> | 40 kgs/cm <sup>2</sup> | 80 kgs/cm <sup>2</sup> | 100 kgs/cm <sup>2</sup> |
| 14              | 6,62           | 31,10                     | 700°                   | 24 kgs.  | 24 kgs.                | 37 kgs.                | 52 kgs.                | 83 kgs.                 |
| 14              | 6,62           | 31,10                     | 900°                   | 35 kgs.  | 30 kgs.                | 65 kgs.                | 65 kgs.                | 90 kgs.                 |
| 21              | 10,62          | 30,30                     | 700°                   | 7 kgs.   | 13 kgs.                | 19 kgs.                | 22 kgs.                | 40 kgs.                 |
| 21              | 10,62          | 30,30                     | 900°                   | 43 kgs.  | 49 kgs.                | 47 kgs.                | 79 kgs.                | 100 kgs.                |
| 4               | 20,50          | 22,75                     | 700°                   | 19 kgs.  | 48 kgs.                | 41 kgs.                | 63 kgs.                | 104 kgs.                |
| 4               | 20,50          | 22,75                     | 900°                   | 28 kgs.  | 40 kgs.                | 65 kgs.                | 73 kgs.                | 110 kgs.                |
| 24              | 19,25          | 28,50                     | 700°                   | 21 kgs.  | 35 kgs.                | 33 kgs.                | 60 kgs.                | 65 kgs.                 |
| 24              | 19,25          | 28,50                     | 900°                   | 43 kgs.  | 44 kgs.                | 70 kgs.                | 67 kgs.                | 71 kgs.                 |
| 8               | 11,72          | 22,10                     | 700°                   | 80 kgs.  | 94 kgs.                | 84 kgs.                | 99 kgs.                | 91 kgs.                 |
| 8               | 11,72          | 22,10                     | 900°                   | 101 kgs.   | 99 kgs.                | 110 kgs.               | 100 kgs.               | 94 kgs.                 |
| 5               | 18,87          | 19,50                     | 900°                   | 160 kgs.   | 127 kgs.               | 127 kgs.               | 111 kgs.               | 108 kgs.                |
| 17              | 12,00          | 24,35                     | 900°                   | 79 kgs.  | 46 kgs.                | 44 kgs.                | 30 kgs.                | 38 kgs.                 |

En la página siguiente damos un gráfico, en el cual están representados los resultados del cuadro que precede.

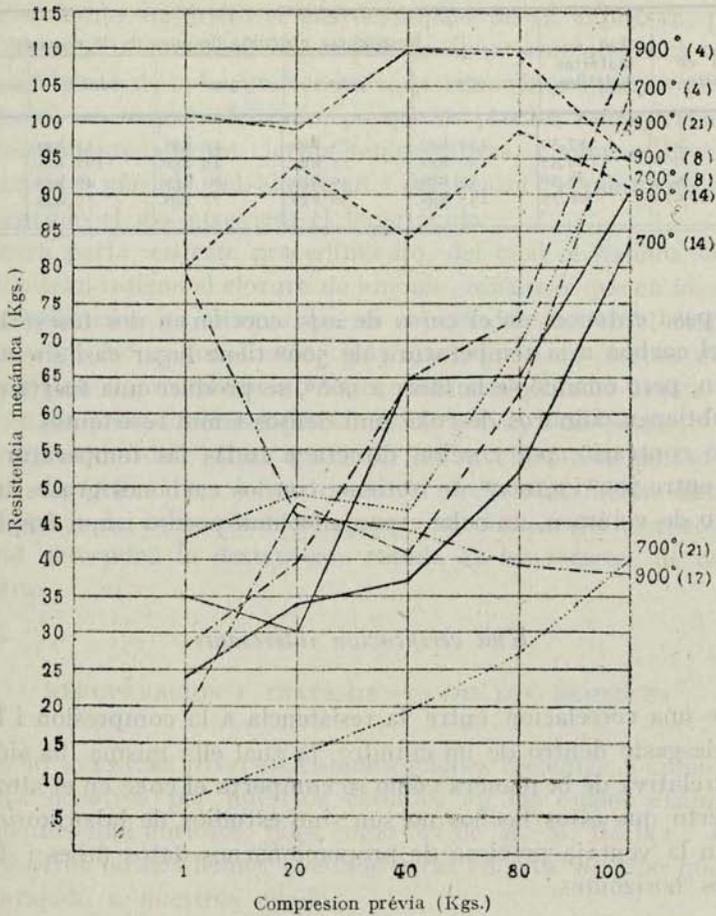


Fig 3.—Gráfico que muestra la resistencia mecánica que se obtiene sometiendo los carbones a una compresión previa dada, ántes de efectuar la coccion.

*Un medio eficaz para aumentar la resistencia del coke.*

Este es la coccion en dos tiempos, primeramente a baja temperatura (mas o ménos a 500°), despues a la temperatura normal (alrededor 900°).

El cuadro siguiente es, a este respecto mui sugestivo.

Se ha calentado el carbon a 500° durante 40 minutos; despues a 900°, evitando, se entiende, pulverizar i comprimir de nuevo el carbon despues de la destilacion a baja temperatura.

| Número de orden | Lei en cenizas | Lei en materias volátiles | Resistencia obtenida despues de la coccion |         |         |          |                     |
|-----------------|----------------|---------------------------|--|---------|---------|----------|---------------------|
|                 |                |                           | 500°                                       | 700°    | 900°    | 1100°    | 500° i despues 900° |
| 26              | 5,25           | 27,50                     | 134 kgs.                                   | 73 kgs. | 47 kgs. | 17 kgs.  | 250 kgs.            |
| 17              | 18,00          | 24,35                     | 130 kgs.                                   | 75 kgs. | 49 kgs. | 101 kgs. | 240 kgs.            |
| 1a              | 9,25           | 35,50                     | 39 kgs.                                    | 40 kgs. | 50 kgs. | 46 kgs.  | 218 kgs.            |
| 2a              | 20,75          | 28,75                     | 135 kgs.                                   | 30 kgs. | 77 kgs. | 80 kgs.  | 180 kgs.            |

¿Qué pasa entónces en el curso de esta coccion en dos fases? La coki-ficacion del carbon a la temperatura de 500° tiene lugar casi sin variacion de volúmen, pero cuando se la lleva a 900°, se produce una fuerte contrac-cion i se obtienen cilindros de coke mui densos i mui resistentes.

Por lo contrario, por coccion directa a todas las temperaturas com-prendidas entre 700° i 1,1000°, se obtiene, con los carbones grasos, un fuer-te aumento de volúmen, un coke esponjado, mui poroso i mui frágil.

#### *Una verificacion interesante.*

Existe una correlacion entre la resistencia a la compresion i la resis-tencia al desgaste dentro de un cilindro, la cual ella misma ha sido reco-nocida correlativa de la manera cómo se comporta el coke en el alto borno.

Es cierto que estos hechos no son sino estudios de laboratorios, pero nos ofrecen la ventaja preciosa de proporcionarnos datos útiles i de abrir-nos nuevos horizontes.

#### ADOPCION JENERAL DE LA SULFATACION SEMI-DIRECTA

Actualmente en Francia, se tiende, con razon, a abandonar el anti-guo método de recuperacion del amoniaco del gas por lavado con agua para emplear únicamente el de la «sulfatacion semi-directa».

Esta consiste sólo en poner el gas en contacto con una solucion dilui-da de ácido sulfúrico (de 70 a 80 grs. por litro) despues de haberlo despo-jado por refrigeracion hasta 25° de su alquitran i de su agua, la cual con-tiene de 7 a 8% de amoniaco por litro.

Es cierto que hai necesidad de destilar esta última para estraer el amo-niaco que se reincorpora al gas, pero el gasto de vapor se reduce sin embar-go a casi la mitad, con relacion al antiguo método, o sea 60 kgs. en vez de 100 kgs. por tonelada de carbon.

La *sulfatacion directa*, que consiste en poner «directamente» en con-

tacto con el ácido sulfúrico, el gas despojado de su alquitran, pero «que contiene todavía la totalidad del vapor de agua» con que está cargado a su salida del horno de coke, encuentra cada vez menos i menos partidarios. Es, en efecto, un método delicado, porque es preciso tomar gran cuidado de mantener rigurosamente ciertas temperaturas, i además lleva consigo la destruccion o pérdida del alquitran i del benzol de punto de ebullicion elevado, cuando el gas atraviesa el baño ácido.

Por otra parte, en este procedimiento, del cual el sistema Otto es el tipo, el alquitran retiene el cloruro de amonio, mientras que en los otros sistemas, él se disuelve en el agua que se separa del gas, en el momento de su refrigeracion. Así, segun Lunge (paj. 940), la lei en cloruro de amonio es de 0,504% en el procedimiento Otto, mientras que sólo llega a 0,0071% i 0,053% en los procedimientos corrientes de Solvay i de Carves.

Esta particularidad ofrece un grave inconveniente al pasivo del procedimiento de Otto, i mas jeneralmente al de la sulfatacion directa, que es la formacion de ácido clorhídrico, por disociacion del cloruro de amonio el cual determina la destruccion rápida de las retortas de destilacion de alquitran.

#### RECUPERACION I TRATAMIENTO DE LOS BENZOLES

Como lo muestran diversas comunicaciones recientes, i como tambien lo haremos nosotros por nuestros estudios en los cuales examinaremos procedimientos muy curiosos, tales como los de M. M. Barbet i Cheward, no sólo nosotros no nos hemos quedado atras en esta via sino que aun hemos aventajado a nuestros aliados.

Esto es, por ejemplo, una feliz innovacion por el procedimiento Brégeat, que consiste en sustituir por el cresol al aceite pesado para absorber los benzoles en el gas de hulla. De este modo el rendimiento en benzol por el lavado del gas pasa de 75 a 90% i el consumo de vapor se reduce de 16 a 4 veces el peso de benzol comercial obtenido. Esto se debe a que los cresoles pueden absorber de 4 a 5 veces mas que el aceite pesado (poder absorbente: 2 a 3% para el aceite pesado, i de 10 a 15% para el cresol a 25°).

Despues presentaremos tambien nuestro propio método para la recuperacion del azufre contenido en el gas de hulla.

#### CONCLUSIONES

Despues de 1914 se han llevado a cabo incontestables progresos en la industria de la carbonizacion de la hulla, i nuestros conocimientos teóricos se han desarrollado considerablemente en este dominio, no ha mucho

tan poco estudiado. Inspirémonos en estas novedades e investigaciones, pero no olvidemos que hai aquí un camino donde todos los investigadores encuentran amplio campo para ejercer sus talentos. Alentémoslos i en nuestras construcciones nuevas inspirémonos en las enseñanzas de estos últimos años.

CH. BERTHELOT  
Ingeniero-consultor.



## Sección Salitrera

La redaccion del BOLETIN MINERO ha recibido del ingeniero de Minas don Fernando Benítez, la siguiente colaboracion:

Con el título de La Provision de Nitrato Nacional i Estranjero publica el «Mining and Scientific Press» de San Francisco de California, en su número del 19 de Febrero, un artículo sobre las industrias de los compuestos azoados, que por ser de tanta actualidad i estar tan bien razonado, he traducido por creer que las ideas que en él se espresan i las conclusiones a que llega el autor deben ser leidas i conocidas por todos aquellos interesados en la cuestion del salitre, que en Chile son, o debieran ser los mas. Siendo así, espero que Ud. tenga a bien publicarlo, lo mismo que las consideraciones que el artículo me sujere, en el importante diario de su digna direccion, por tratarse de un asunto que es de tan vital importancia i que está tan estrechamente vinculado al porvenir de Chile como es la industria salitrera.

El «Mining and Scientific Press» es uno de los dos grandes semanarios que se publican en los Estados Unidos i dedicados esclusivamente a la Industria Minera. Su competencia para tratar asuntos como el del salitre no puede ponerse en duda por ser un periódico escrito por ingenieros i para ingenieros. Su director Mr. T. A. Richard, es un ingeniero de experiencia i reputacion mundiales i de merecida fama por sus clásicos estudios sobre minería, jeolojía i metalúrgica. Entre sus colaboradores figura Mr. A. W. Allen, distinguido metalurjista americano, i que acaba de regresar a los Estados Unidos despues de un viaje de estudios por Chile. Hago estas aclaraciones para demostrar que no se trata de un artículo escrito por algun ignorante en materias técnicas con el objeto de influenciar la opinion en cierto sentido, cosa en extremo comun en la prensa diaria de los Estados Unidos, sino de un trabajo serio i concienzudo, redactado con una lucidez i sinceridad admirables i por un conocedor exacto de la materia i de Chile.

Para darse cuenta de ello basta con leer el artículo. Claro está que el autor analiza la cuestión bajo el punto de vista norteamericano; pero no por eso deja de evidenciar una sincera amistad i cariño por Chile i el deseo de ver a la industria salitrera sobre una base floreciente i próspera. Por todas estas razones bien merece que sea leído, discutido i comentado de acuerdo con su trascendencia.

La primera consideración de importancia que hace el articulista es la admisión franca i leal de que el salitre chileno es superior a los productos sintéticos de Muscle Shoals para la fabricación de explosivos i como abono. El hecho de que esta era una verdad bien sabida de todos no le quita importancia a la admisión, por ser la primera vez que se hace desde un órgano técnico i de importancia. Que el peligro que amenazaba al salitre era serio lo prueba el voto de 30 millones de dólares hecho por el Gobierno de los Estados Unidos para la construcción de la usina de Muscle Shoals que tendría una capacidad de 180 mil toneladas de ácido nítrico por año, producido por el procedimiento de la cianámid. Para suplir la fuerza necesaria el Gobierno aprobó la construcción de la llamada presa N.º 2 que utilizaría toda la fuerza del río Tennessee en aquel sitio. Además de esta fábrica se aprobó la construcción de otra en West Sheffield, en el lado sur del mismo río, pero que usaría el procedimiento Haber (amoníaco sintético). Esta usina debería producir 30 toneladas de nitrato de amoníaco i 4 toneladas de ácido nítrico por día. Como todos los interesados en la materia saben la producción de los compuestos azoados sintéticos en grandes cantidades i a un precio que deje alguna utilidad, depende en gran parte del precio que hai que pagar por la fuerza motriz, por ser necesario un caballo de energía eléctrica continua para producir 2 toneladas de cianámid por año. Dado este gran consumo de fuerza es evidente que sólo aquellas usinas que posean fuerza hidráulica barata pueden tener esperanzas de llegar algún día (cuando la técnica de la industria se perfeccione) a competir con el salitre chileno. La fábrica de Muscle Shoals tiene o tendrá esa ventaja de poseer fuerza hidráulica barata, pues la construcción de los dos planteles de fuerza motriz a vapor que el Gobierno de los Estados Unidos pensaba llevar a efecto i que junto con la Alabama Power C.º sobre el río Warrior suplirían a la usina de Muscle Shoals, fué considerada sólo como una medida de emergencia, mientras se construía la presa i central de fuerza hidráulica. Es posible que con la rápida terminación de la guerra la construcción de las centrales eléctricas a vapor no llegarán a terminarse. Los Estados Unidos han sido muy favorecidos por la naturaleza al ser dotados de grandes caídas de agua. Según los cálculos de Leighton, los Estados Unidos pueden desarrollar 200 millones de caballos. Este cálculo es, según van Hise, muy exagerado, quien lo reduce a 100 millones. Otro cálculo más conservador lo reduce a 60 millones. De estos 60 millones el 57,1% del total está en los Estados del Oeste, que por ser los menos industriales i más agricultores (con

los del Middle West) bien podrian dedicar esta fuerza a la fabricacion de abonos sintéticos que tendrian un mercado seguro i situado no léjos del lugar de la produccion. Del total de los 60 millones sólo el 15% han sido aprovechados hasta hoi dia. Queda por lo tanto un májén enorme de fuerza por aprovechar.

De los paises industriales europeos i americanos, que por haber adquirido el grado de progreso científico i técnico necesario pueden dedicarse a la captacion del nitrógeno del aire sólo los Estados Unidos i El Canadá en América i Suecia i Noruega en Europa poseen fuerza hidráulica suficiente para dedicarse a la produccion de compuestos azoados sintéticos con la esperanza de poder llegar algun dia a competir en situacion de igualdad con el salitre chileno. De estos paises El Canadá cuenta con 26 millones de caballos de fuerza hidráulica, o sean 4 caballos por habitante; los Estados Unidos con 60 millones, o 0,6 por habitante; Noruega con 13 millones, o 5,2 por habitante. De los otros grandes paises industriales del mundo, Francia, Inglaterra i Alemania, ninguno de ellos cuenta con fuerza hidráulica suficiente para sus necesidades industriales presentes, pues Francia, que ha sido la mas favorecida, sólo cuenta con 0,15 caballos por habitante, mientras que Inglaterra i Alemania no pasan de 0,02 caballos por habitante. Un cálculo moderado estima las necesidades actuales de un pais industrial en 0,5 caballos por habitante. De esto se deduce que, de todos los paises del mundo, sólo los cuatro citados, a saber: Estados Unidos, El Canadá, Suecia, i Noruega están en situacion de producir compuestos sintéticos azoados en cuanto se refiere a su posesion de fuerza hidráulica suficiente. El gran desarrollo que la industria de los compuestos azoados derivados del aire llegó a adquirir en Alemania antes de la guerra, tuvo su oríjen en causas escepcionales, i aun pudiéramos llamarlas artificiales, por lo que merecen capítulo aparte. Bien es sabido que Alemania estaba tratando de independizarse del salitre chileno para el caso de una guerra europea, pues dada su inferioridad naval comparada con la de Inglaterra, estaba por descontado que en el caso que esta última potencia se uniera a Francia en contra suya, Alemania quedaria bloqueada i reducida a sus propias fuerzas, como en efecto sucedió. Nadie mejor que sus gobernantes conocian esta verdad i de ahí los grandes esfuerzos realizados por Alemania en los años anteriores al conflicto para hacerse independiente. Sus mejores químicos i técnicos se dedicaron a perfeccionar métodos i procedimientos i fuertes capitales fueron invertidos en la construccion i ensanche de usinas i en dotar magníficos laboratorios dedicados esclusivamente a trabajos de investigacion. Cuanto se progresó en pocos años lo prueban los datos del señor Ortúzar, cónsul de Chile en Hamburgo, quién en una comunicacion un poco anterior a la guerra calculaba en 500 millones de francos el capital invertido en fábricas en plena marcha i en construccion en Europa. Esta suma era poco mas o ménos las dos terceras partes del capital invertido en las salitreras. Según

el señor Bertrand, las fábricas Badische i Bayer de Elberfeld habian invertido un millon ochocientas mil libras esterlinas en instalaciones dedicadas a producir amoníaco sintético por el procedimiento Haber i estaban en condiciones de producir a fines de 1915, 130 mil toneladas de sulfato de amoníaco por año. Otra fábrica de cianámidas en Alemania, la que tambien trasforman en sulfato de amoníaco, estaban en condiciones de producir otras 50 mil toneladas por año. Los progresos de la industria del sulfato de amoníaco, el gran competidor del salitre como abono, han sido tan rápidas que miéntras en trece años el salitre sólo dobló su produccion, pasando de 1,334,000 toneladas en 1900 a 2.732,000 toneladas en 1913, el sulfato ha triplicado, pasando de 520,000 toneladas en 1900 a 1.450,000 en 1913. Alemania, que en 1903 producía 154 mil toneladas de sulfato al año, en 1912 llegó a producir 512 mil toneladas. Como el señor Gandarillas Matta dice muy bien en su admirable i lúcido trabajo sobre la Centralizacion de las Ventas de Salitre (del cual muchos de los datos que ilustran estas notas han sido tomados) este enorme aumento en el consumo i la produccion se ha debido únicamente a la propaganda incansable i a la organizacion del mercado del sulfato. I en vista de esta temible organizacion i de la seria competencia que el sulfato hacia al salitre, ¿qué ha hecho Chile para proteger su industria mas importante i de la cual deriva el fisco mas de la mitad de sus entradas totales? Nada o casi nada. Si se tiene en cuenta que la inmensa mayoría del sulfato de amoníaco, que se producía en Alemania provenia de los hornos de fabricacion de coke metalúrgico, especialmente los situados en la Westfalia, i que por este método sólo se recupera una cantidad de sulfato relativamente pequeña (12 kilos por tonelada de carbon) miéntras que en un gasógeno Lymn la misma cantidad de carbon produce 40 kilos de sulfato, ademas, de 1,490 kilo-watt horas de fuerza, se puede el lector formar una idea de cuánto aumentaria la produccion de sulfato de amoníaco en Alemania si se utilizara todo el carbon, hoy dedicado a producir coke, en gasógenos Lymn i cuánto se podría rebajar el precio del sulfato con el mayor rendimiento de los gasógenos, cuya eficiencia económica es doble que la del horno de coke moderno. La fuerza motriz jenerada por los gasógenos podria venderse a 2 centavos el kilo-watt-hora. Sólo en los casos escepcionales de Noruega (0.25 centavos k. w. h.) i el Niágara (1 cent. k. w. h.) se encuentra fuerza mas barata en el mundo. Esta cantidad enorme de fuerza podria ser dedicada, por lo ménos en parte, a la produccion de abonos sintéticos que unidos a los producidos directamente por los gasógenos no sólo independizarian a Alemania del salitre chileno, sino que es posible la convirtiera en nacion esportadora. En 1913 el salitre internado en Alemania importó la suma de 145 millones de marcos. Que el peligro no ha pasado todavía como creen algunos optimistas lo prueba un anuncio que tengo a la vista en el mismo «Mining and Scientific Press», en el que se ofrece cianuro de sodio producido

por la American Cyanamid Company i llamado Aero Brand Cyanide a precio corriente para este artículo ántes de la guerra.

La protesta del autor contra la Asociacion de Productores por el delito de fijar un precio mínimo al salitre, no deja de tener gracia i produce risa por proceder del pais donde se inventaron los «trusts» i donde éstos han adquirido una fuerza i desarrollo tales i han llegado ser una amenaza tan grande para el público que el parlamento se vió obligado a dictar leyes contra ellos. La situacion de la industria salitrera es única i escepcional en el mundo entero. No ha tenido, ni tiene, i probablemente no tendrá paralelo en los anales industriales por ser Chile el único pais donde se encuentran depósitos de salitre susceptibles de ser explotados comercialmente. Por lo tanto, no sólo hubiera sido necio sino hasta criminal por parte de los gobernantes directores de la nacion el haber dejado salir del pais (puesto que aquí no se utiliza para nada) esa enorme fuente de riqueza sin haber procurado que una parte considerable de los beneficios que ella reporta a la humanidad hubieran contribuido al desarrollo i engrandecimiento del pais a que la naturaleza otorgó el monopolio. I aun cuando así no fuera, ¿qué razon existe que impida a los productores de salitre que en lejitima defensa de sus intereses se asocien para la propaganda i venta de su producto i el perfeccionamiento técnico de su industria contra la competencia de otras similares? Los productores salitreros sólo han copiado de una manera imperfecta i tardiamente lo que hizo la industria del acero en los Estados Unidos al formar el United Steel Corporation; la de la hulla en Westfalia formando un sindicato de ventas; el Estado de Prusia con sus sales potásicas, Suecia con sus minerales de hierro; Rumania i Méjico con sus petróleos. Por lo que se refiere a la diferencia de  $3/9$  por quintal entre el precio fijado por la Asociacion i el del mercado, ésta se debe, si mi informacion es correcta, a que los especuladores que compraron salitre a  $17/3$  con la esperanza del alza, se encontraron de repente sin compradores, con los Bancos restringiendo los créditos i sin poder cumplir sus compromisos. Bajo esta condiciones se vieron obligados a vender a pérdida. De esto seria injusto culpar a la Asociacion.

Otro punto interesante i de suma importancia para el porvenir de la Asociacion de Productores i que el autor del artículo pone sobre el tapete, es el llamado que hace a los capitalistas i técnicos americanos para que tomen una intervencion i un interes mayor en la industria salitrera. Suponiendo que los capitalistas americanos respondieran al llamado (cosa que no seria estraña si se tiene en cuenta el exceso de capitales en aquel pais en la actualidad) i que mas tarde o mas temprano llegarán a tener un control apreciable en la produccion de salitre. ¿En qué situacion quedaria la Asociacion, si un número apreciable de productores (los americanos) permanecian fuera de ella i no acataban sus decisiones? No se vendria abajo todo el edificio que ha costado tanto trabajo levantar, precisamente ahora, que

con el ingreso de los intereses alemanes, parecia mas completo? Las palabras del articulista parecen no dejar lugar a dudas. «*Las pocas compañías americanas que operan en Chile, gracias a su subordinacion a las leyes americanas contra los «trusts» no son miembros de la Asociacion. Una mayor participacion en la industria por parte de individuos i corporaciones americanas tenderia a abolir o reducir los males causados por la restriccion de ventas de nitrato chileno, debido al precio prohibitivo fijado por la Asociacion*». ¿Será posible que los capitalistas chilenos, tan afanosos en buscar ocupacion en otros paises, dejen que intereses extranjeros se apoderen de la pampa salitrera como han hecho con la industria del cobre?

Otros temas de interes, i que son de gran importancia para el porvenir de la industria, comenta el autor en su artículo; tales como la explotacion en gran escala, métodos mas modernos de beneficio, el establecimiento de laboratorios de investigaciones i pruebas. Qué dicen con respecto a ellos los señores Gandarillas Matta, Prieto i Ugalde?

FERNANDO BENÍTES.  
Ingeniero de Minas

Catemu, 28 de Febrero de 1921.



## La provisión de nitrato nacional i extranjero

El proyecto reformado sobre el nitrato, que contiene provisiones presentadas por el Ministerio de la Guerra, fué aprobado por el Senado el 14 de Enero. El proyecto orijinal, que proponia la creacion de una corporacion Federal con el objeto de administrar las usinas manufactureras de productos azoados es de gran actualidad para aquellos interesados en la defensa i economía nacionales o en la expansion profesional i comercial en Sud-América, i ha sido discutido durante varias semanas. El proyecto reformado puede ser clasificado como una aberracion parlamentaria; porque las condiciones financieras que se impone a la nueva corporacion son tales que es imposible esperar un resultado satisfactorio sin la adopcion de una política paternal de proteccionismo que aumentaria anormalmente el costo de los productos nitrogenados, no sólo al Ministerio de la Guerra sino a los agricultores. El punto álgido de la cuestion está en el requerimiento de que si a la terminacion de cualquier año financiero la corporacion no ha obtenido suficientes entradas para pagar el interes sobre las obligaciones, cesará de producir hasta que sea autorizada de nuevo por el Congreso para continuar

sus operaciones. Una estipulacion tal es un absurdo en el caso de una industria que apenas si ha salido del período experimental, i en relacion con la cual no hai evidencia alguna que de esperanzas dé que pueda competir comercialmente con productos que están ya sobre el mercado. La obligacion que se impone a la corporacion de que deje beneficios, estipulada en el proyecto reformado, sólo servirá para matar el espíritu de iniciativa a lo largo de una de las mas importantes avenidas de investigacion i que es de vital importancia para la defensa nacional; porque los químicos e injenieros de reputacion lo pesarán mucho ántes de asociarse a una empresa de dudoso éxito i que en la opinion de muchos está segura del fracaso. I el fracaso es inevitable a ménos que se tomen medidas para aumentar el precio de venta de los productos azoados estableciendo una tarifa protectora contra las importaciones de Chile. I en vista de la necesidad de una disminucion en lugar de un aumento en el precio de un producto que está tan vitalmente vinculado con el costo de la vida, una accion tal seria deplorable, i colocaria a los Estados Unidos en una situacion desventajosa.

Por lo que se refiere a la competencia del producto chileno, las siguientes consideraciones merecen atencion: El artículo importado se presenta mas para la fabricacion de esplosivos que cualquiera de los productos sintéticos manufacturados en Muscle Shoals. Chile obtiene en la actualidad una renta anual de \$ 40.000.000 proveniente del impuesto de esportacion sobre el salitre. Con la aproximacion de cualquier perspectiva de rivalidad comercial procedente de la competencia de un producto sintético, este derecho de esportacion seria reducido poco a poco, i de tal manera que el costo del producto natural seria rebajado para el consumidor, quien ahora paga el impuesto de esportacion, aunque indirectamente. Suceda lo que suceda, la industria del salitre natural permanecerá intacta, i, si necesario fuera, el Fisco buscaría otras entradas. Pero los chilenos están mui léjos de sentirse acobardados ante el porvenir, por poseer su país el monopolio del nitrato, contando como cuenta Chile con los únicos depósitos de salitre susceptibles de ser explotados comercialmente. Durante la guerra el nitrato sintético fué usado como cuco para asustarles, pero como nada les sucedió despues del armisticio, se han dado cuenta ahora que el peligro no tenia base; i la industria chilena se encuentra hoi en una posicion mas fuerte que nunca. Ademas, recientes avances de carácter técnico han demostrado que, siempre que se adopten métodos científicos i se implante la explotacion en gran escala, el costo de produccion será reducido considerablemente en tiempos no lejanos, i que inmensas cantidades de caliche de baja lei i residuos, que hoi se consideran sin valor podrán ser beneficiados con provecho. Progresos en la técnica i una direccion mas intelijente en la pampa chilena son inevitables. Los injenieros americanos hasta el presente se han interesado casi esclusivamente en el aspecto comercial del problema: la venta de maquinarias a los propietarios de oficinas i la recaudacion de las comisiones.

La explotacion en gran escala ha sido criticada i combatida como impracticable i presentada como contraria a las leyes del pais como si Chile fuera a poner obstáculos al progreso de una industria que haria aumentar enormemente el valor de la pampa salitrera a la nacion i que abarataria la produccion de las cosechas a traves del mundo entero. La verdadera razon de la oposicion estriba en el hecho que la produccion en gran escala escluiria la posibilidad de adoptar procesos complicados i planteles caros, que han sido aconsejados por los vendedores de maquinaria, quienes parecen dominar la industria en lo que se refiere a su progreso técnico.

En los Estados Unidos se ha hecho propaganda sujeriendo la idea de que el prestar ayuda a la técnica de la industria chilena del nitrato seria mirada desde ciertos círculos como una prueba de falta de patriotismo i como una indicacion de falta de lealtad hácia los esfuerzos de los ingenieros i químicos americanos empeñados en producir un sustituto sintético. El resultado de esa política de desaliento i de falta de iniciativa ha sido que segun el último número del «Mineral Industry» sólo 2,52% de la produccion total de salitre fué elaborado en oficinas americanas, miéntras que los intereses británicos tienen el control de 37,76%. Los yugo-eslavos, estimados en Sud-América por su perspicacia i habilidad comercial, están constantemente aumentando sus propiedades en el distrito de Antofagasta, i ántes de mucho tiempo tendrán el control de una considerable proporcion de la industria en aquella parte de Chile. Los ingenieros americanos tienen ante sí un inmenso campo, es decir, aquellos que no estén interesados en la venta de máquinas patentadas i que comprendan la importancia de un conocimiento claro de los principios fundamentales que rijen la operacion de los procesos químicos i que ademias posean ideas i una voluntad lo bastante grande para ahogar las lamentaciones de los pesimistas locales, quienes se contentan con señalar el fracaso de mecanismos complicados e inadaptables como escusa para la falta de iniciativa que caracteriza el tener en uso todavía métodos técnicos pertenecientes a los tiempos anteriores a la reina Victoria. Por mui buenos que éstos fueran hace cincuenta años, están seguros de ser reemplazados por métodos e ideas mas modernas, i que permitan la explotacion en gran escala i económicamente; pues no es lógico suponer que la industria chilena del salitre permanezca como única escepcion ante el moderno espíritu de progreso. El precio del nitrato es nominalmente controlado por una asociacion de productores chilenos i extranjeros. El absurdo de este método de fijar precio al salitre queda probado con el hecho que, durante el mes de Noviembre el precio del salitre en mercado abierto era de 13 s 6d. por quintal (de 100 libras mas o ménos) miéntras que el precio fijado por la Asociacion era de 17s 3d. Las pocas compañías americanas que operan en Chile, gracias a su subordinacion a las leyes americanas contra los «trusts» no son miembros de la Asociacion. Una mayor participacion en la industria por parte de individuos i corporaciones americanas tenderia a

abolir o reducir los males causados por la restriccion de ventas de nitrato chileno, debido al precio prohibitivo fijado por la Asociacion. Con respecto a una posible competencia por parte de los productos sintéticos hai que reconocer que Chile podrá, durante algunos siglos todavía, vender el salitre natural a un precio inferior al costo de produccion del nitrato sintético. Bajo otro punto de vista i para hacer frente a las presentes i futuras necesidades militares de los Estados Unidos, es obvio una política sábia iniciar la fabricacion de un producto que nos independice de Chile en caso de una guerra. La cooperacion activa de los Estados Unidos en ganar la gran guerra hubiera sido imposible sin haber dispuesto de cantidades ilimitadas de salitre chileno; i estas cantidades fueron obtenidas solamente gracias a la ayuda de los ingleses, quienes poseen una proporcion considerable en la industria chilena del salitre. Si una cierta insinuacion hecha a un distinguido jefe de la marina—que para los Estados Unidos era inmaterial a cual de las dos naciones, Inglaterra o Alemania, declaraba la guerra—hubiera sido tomada seriamente, se hubiera presentado la ocasion de preguntar de dónde los Estados Unidos podian obtener el nitrato necesario para la manufactura de explosivos. I ahora la esperanza de obtener una provision de productos sintéticos azoados se ve mas léjos que nunca por la política del Congreso en insistir que las operaciones de la corporacion de nitratos derivados del aire sean consideradas como si fueran de una compañía comercial. Una política tal no puede de ninguna manera reducir nuestra dependencia en chilenos, ingleses i posiblemente yugo-eslavos en tiempos de paz o guerra. Sin embargo, podíamos tomar una leccion de la política asumida por Alemania: ántes de 1914 construyó inmensas usinas, i perfeccionó procesos todo lo que le fué posible con la ayuda de sus mejores cerebros científicos i técnicos; pero aun con el relativo bajo costo de produccion en Europa en aquel tiempo, era evidente que los desembolsos se hacian solamente en anticipacion de una necesidad en caso de guerra. La prueba de esta asercion está en el hecho de que Alemania estaba mui interesada en las salitreras chilenas ántes de la guerra, e importaba vastas cantidades de salitre natural miéntras le fué posible hacerlo. La perspicacia de los alemanes al comprender desde un principio el poco valor comercial de sus usinas de nitrato sintético, fué una de las causas que contribuyó mas a la inflexible defensiva i audaz ofensiva que caracterizaron sus operaciones militares en lo primeros años de la guerra. Con la terminacion de sus reservas de nitrato natural i el enorme costo i gran dificultad en manufacturar el producto sintético vino la compresion de la proximidad del desastre; i la dificultad de obtener suficientes cantidades de productos azoados a precios moderados fué una de las causas que aceleró la firma del armisticio. De estos hechos parece razonable deducir que siempre que hayan bastantes barcos para trasportar el producto, el nitrato procedente de la pampa chilena tiene por necesidad que salir victorioso en competencia con los productos sintéticos

especialmente en vista de la inminente introduccion de la explotacion en gran escala i de la mayor eficiencia en la beneficiacion del caliche, pues naturalmente ámbas medidas obtendrán eficaz ayuda del Gobierno chileno. La idea de que los Estados Unidos entren a competir con Chile en la actualidad en la produccion de nitrato carece de sentido comun. Tambien carece de sentido la idea de matar la industria sintética, apénas nacida, al imponerle condiciones que tienen por necesidad que conducir a sus directores al desaliento i al fracaso. Para poder llegar a asegurar una produccion estable de nitrato sintético de probada utilidad, será antes necesario invertir un vasto capital dedicado a investigaciones i pruebas. El problema no debe ser confundido con un negocio comercial ordinario. Cuando se comprende la facilidad con que Chile puede reducir el precio de costo al consumidor—con sólo reducir el impuesto de esportacion i adoptando métodos técnicos mas perfectos—no puede esperarse que ningun individuo o grupo de individuos vayan a ingresar a la industria del nitrato sintético con la menor esperanza de cubrir los gastos i mucho ménos aun de obtener ganancias.

La fabricacion del nitrato sintético debe ser considerada solamente partiendo del punto de vista de que es necesaria en caso de una guerra i al quedar cortadas las importaciones de Chile. Debe ser, por lo tanto, patrocinada, i patrocinada liberalmente por el Gobierno. Las usinas deben funcionar experimentalmente hasta que se obtengan resultados satisfactorios, i durante ese tiempo la consideracion de ganancias i pérdidas no debiera de ninguna manera interrumpir el trabajo. A ménos que el asunto sea tratado como una investigacion científica, hai mui pocas esperanzas de un resultado satisfactorio i es solamente bajo tales condiciones que se pueden abrigar esperanzas de que las mejores capacidades científicas i técnicas de los Estados Unidos presten su concurso a la solucion de un problema que segun la opinion de todos es de vital importancia para el pais. Miéntas tanto es de esperar que los ingenieros i financieros americanos tomen un interes mayor en el salitre chileno, ignorando cualquier absurdo cargo de deslealtad hácia los Estados Unidos i ayudando al progreso de una industria que por desgracia para nosotros está monopolizada por un pais extranjero, pero con el cual estamos i es de esperar continuemos en las mejores relaciones. Ya es hora de que nos demos cuenta de la importancia que tiene para nosotros el estar interesados en la industria salitrera en relacion con nuestras necesidades. Cuanto mas se posponga el asunto, mayor será la oportunidad para que otros lo estudien i actúen en armonia con las vastas posibilidades que tiene el negocio en su aspecto técnico i comercial.



## Revista quincenal

Valparaiso, 24 de Febrero de 1921

### COBRE EN BARRAS

El mercado de cobre Standard se ha demostrado mucho más firme durante la pasada quincena, i es evidente que está mejorando la demanda de los consumidores, especialmente para entregas inmediatas, habiendo subido el precio de éstas algunos puntos sobre la cotizacion para entrega adelante.

El precio para 3 meses ha permanecido tranquilo con pequeñas fluctuaciones debido al poco interes para estas entregas, siendo la mayor de manda para entregas al contado.

Por el momento es casi imposible poder espresar alguna idea definitiva con referencia a las posibilidades del mercado.

El mercado Americano ha experimentado gran mejoría, i se cree que el cobre vendido para esportacion está mas en proporcion a las ventas para consumo doméstico, lo que no ha ocurrido desde hace algun tiempo. La cotizacion es actualmente de  $13\frac{1}{4}$  a  $13\frac{1}{2}$  centavos i no sería extraño de que estos precios suban en poco tiempo mas.

Las cotizaciones de Lóndres al contado i para tres meses recibidas durante la quincena han sido las siguientes:

|   |   |         |           |
|---|---|---------|-----------|
| El día 11 del presente £ 71. 7.6 al contado i £ 71.15.0 para entrega a tres meses |   |         |           |
| » 14  | » | 71. 0.0 | » 71. 7.6 |
| » 15  | » | 72. 5.0 | » 71.12.6 |
| » 17  | » | 73. 5.0 | » 71.10.0 |
| » 18  | » | 73. 5.0 | » 71. 0.0 |
| » 21  | » | 72 5.0  | » 70.10.0 |
| » 22  | » | 70. 5.0 | » 69.17.6 |
| » 23  | » | 70.15.0 | » 70. 0.0 |

Cerrando hoi 24 del presente a £ 70.0.0 al contado i £ 69.5.0 para entrega a tres meses.

No se han efectuado ventas en la costa durante la pasada quincena.

Las esportaciones de Chile hasta el 15 de Febrero de 1921 ascienden a 6,860 toneladas o sean mas o ménos 7,300 toneladas menos que lo esportado el año anterior en esta misma fecha.

## EJES DE COBRE

Las ventas efectuadas han sido basadas sobre precios privados.

## MINERALES DE COBRE

Las ventas efectuadas han sido basadas sobre nuestras cotizaciones.

COTIZACIONES EL 24 DE FEBRERO DE 1921 A LAS 5 P. M.

## COBRE EN BARRAS:

Por quintal métrico  
moneda corriente

Puesto a bordo con flete de 130 /—..... \$ 132.—

## EJES DE COBRE:

50% puesto a bordo con escala de 132 centavos..... 56.73

## MINERALES DE COBRE:

10% puesto a bordo con escala de 80 centavos..... 6.99½

Standard £ 69.5.0.—Cambio: 9-1/16 d.

## SALITRE

El mercado salitrero en esta costa continúa siempre paralizado debido a que los esportadores no tienen interes en entrar en nuevas negociaciones hasta que no vean que las existencias en los países consumidores, i lo que está en viaje se hayan reducido considerablemente.

Se ha confirmado recientemente que los principales esportadores a Europa para resguardar sus intereses e impedir la competencia entre ellos mismos han juntado sus existencias i las están vendiendo por intermedio de una sola mano. El total de lo reunido se calcula es de mas o menos 775,000 toneladas en los países consumidores i a flote.

Se ha dicho que se han hecho ventas en Europa a £ 21.0.0 por tonelada, f. o. r., pero esto parece imposible comparado con informaciones privadas recibidas que cotizan las últimas ventas por salitre c. i. f. a £ 16.17.6 sin mas interes por comprar por el momento.

Fletes para salitre están mas fáciles i sabemos de fletes por vapor que se han tomado a 35 /— para un puerto entre Burdeos i Hamburgo, em-

barque pronto i a 40/--- para el Reino Unido o Continente para embarque Marzo-Junio.

Esta baja en fletes puede traer alguna demanda en negocios f. a. s. ahora que los actuales embarques corresponden a llegadas en la Primavera a Europa.

Sabemos de un vapor que ha sido tomado para cargar en Marzo para un puerto entre la Habana i Boston a \$ 4.00 Amer.; el tipo pagado anteriormente ha sido de \$ 4.75 dollars.

Cotizamos 95% entrega pronta a 12/3, Marzo-Abril-Mayo a 12/6, calidad refinada para la misma entrega 4 peniques extra entregado al costado vapor o buque.

Lo esportado durante la primera quincena de Febrero fué de 2.576,000 quintales contra 2.733,000 quintales que fué lo esportado durante el mismo período el año anterior.

## ORO

El premio diario (compradores) de la Bolsa durante la pasada quincena fué como sigue:

|        |    |              |         |        |           |
|--------|----|--------------|---------|--------|-----------|
| El día | 11 | del presente | 106%    | Cambio | 18-7/8d   |
| »      | 12 | »            | 107.80% | »      | 18-1/2d   |
| »      | 14 | »            | 107%    | »      | 18-7/8d   |
| »      | 15 | »            | 106%    | »      | 18-3/4d   |
| »      | 16 | »            | 106.50% | »      | 18-1/2d   |
| »      | 17 | »            | 104.54  | »      | 18-3/4d   |
| »      | 18 | »            | 103%    | »      | 18-25-32d |
| »      | 19 | »            | 105.50% | »      | 18-13/16d |
| »      | 21 | »            | 103.30% | »      | 18-3/4d   |
| »      | 22 | »            | 105.50% | »      | 18-29/32d |
| »      | 23 | »            | 109.50% | »      | 18-7/8d   |

Cerrado hoy día 24 del presente a las 5 P. M. a 109.50%. Cambio 18-7/8d.

## CAMBIO

El cambio abrió el día 11 del presente a 9-1/16d i bajó a 8-25/32d al día siguiente para subir el día 14 a 9-1/16d. El día 15 abrió a 9-1/32d bajando a 8-7/8d el día 16, pero el día 17 subió a 9-1/8d continuando de alza hasta el día 22, pero el día 23 bajó nuevamente a 9-1/32d.

El cambio cierra finalmente hoy 24 del presente a las 5 P. M. a 9-1/16d para letras de primera clase sobre Lóndres a 90 días vista. Letras pagaderas en Oro a 18-7/8d. El Banco de Chile jira a 8-31/32d.

## CARBON

El negocio en este artículo está paralizado debido a que los consumidores han comprado grandes partidas anteriormente.

Los precios cotizados en nuestra última Revista no han cambiado, es decir: Americano marcas de primera clase 70 /— en camino, 65 /— para entregas adelante, Australiano 75 /— a 80 /— en camino 70 /— .

## PLATA EN BARRAS

La cotizacion recibida de Lóndres para entrega a dos meses fué de 32d.

Cotizamos la plata agria a \$ 25.70 por marco o \$ 111.74 por kilogramo fino puesto a bordo con cambio de 9-1/16d.





# Sociedad Nacional de Minería

Casilla núm. 1807 — SANTIAGO— Moneda 759



## Obras en venta:

### Estadísticas

|  |    |         |
|--|----|---------|
| <i>Egaña.</i> —Informe anual sobre las minas de Chile en 1803.....   | \$ | 5.00    |
| <i>Hermann, Alberto.</i> —La producción en Chile de los metales i minerales mas importantes, de las sales naturales, del azufre i del guano, desde la conquista hasta fines de 1902..... |    | 5.00    |
| Estadística Minera de Chile.—Volúmen I. Año de 1903.....   |    | 5.50    |
| »           »           »   —   »           II.   » de 1904-1905....   |    | 6.50    |
| »           »           »   —   »           III.  » de 1906-1907....   |    | agotada |
| »           »           »   —   »           IV.  » de 1908-1909....  |    | 6.50    |
| »           »           »   —   »           V.   » de 1910.....  |    | 6.50    |

### Padrones de Minas

|   |    |      |
|---|----|------|
| Padron Jeneral de Minas de 1897.....          | \$ | 5.00 |
| »           »           »   de 1899.....      |    | 5.00 |
| »           »           »   de 1905.....      |    | 5.00 |
| »           »           »   de 1911-1912..... |    | 5.00 |
| »           »           »   de 1913-1914..... |    | 5.00 |
| »           »           »   de 1914-1915..... |    | 5.00 |
| »           »           »   de 1915-1916..... |    | 5.00 |
| »           »           »   de 1916-1917..... |    | 5.00 |

### Carbon

|  |      |
|--|------|
| <i>Brüggen, Dr. J.</i> —Informe sobre las exploraciones jeológicas de la rejion carbonífera del sur de Chile.....                  | 5.00 |
| <i>Brüggen, Dr. J.</i> —Los carbones del valle lonjitudinal i la zona carbonífera al sur de Curanilahue en la provincia de Arauco. | 5.00 |

|  |         |
|--|---------|
| <i>Brüggen, Dr. J.</i> —Las rejiones carboníferas de Los Alamos i del norte de la provincia de Arauco.....   | \$ 500. |
| <i>Brüggen, Dr. J.</i> —La formacion de los carbones de piedra i especialmente de los chilenos.....  | 4.00    |
| <i>Brüggen, Dr. J.</i> —Informe sobre el carbon submarino en la costa de la provincia de Arauco.....   | 1.50    |
| <i>Brüggen, Dr. J.</i> —Informe sobre el carbon de la Ternera (Copiapó).....   | 5.00    |
| <i>Schneider, Julio.</i> —Decubrimiento de la hulla en Chile.....  | 1.50    |
| <i>Gandarillas, Javier.</i> —La produccion i consumo del carbon i su influencia en el desarrollo económico de las naciones.....  | 5.00    |
| <i>Lemaitre, Eduardo.</i> —Zonas Productivas del sistema carbonífero de las Provincias de Concepcion i Arauco, volúmun IX del Congreso chileno de Minas i Metalurjía, testo i atlas..... | 15.00   |

### Cobre

|  |      |
|--|------|
| <i>Ugalde Nicolas.</i> —Preparacion mecánica de los minerales de cobre nativo de Lago Superior (E. U.).....  | 1.00 |
| <i>Sundt, F. A.</i> —Proyecto para la instalacion de un establecimiento de beneficio de minerales de cobre con una capacidad anual de 6,000 toneladas de cobre fino..... | 1.00 |
| <i>Avalos, Carlos G.</i> —Garantía Fiscal para un establecimiento para tratar minerales de cobre i apartado electrolítico.....   | 1.00 |
| <i>Gandarillas, Javier.</i> —Bosquejo del estado actual de la industria minera del cobre en el extranjero i en Chile.....  | 3.00 |
| <i>Diaz Ossa, I.</i> —Química práctica de las fundiciones de cobre.....  | 6.00 |
| <i>Sundt, F. A.</i> —Ensayes de oro, plata, plomo, estaño i cobre. 2. <sup>a</sup> edicion.....  | 3.00 |
| <i>Concha, A.</i> —Procedimiento para estraer el cobre de los minerales por medio del cloruro ferroso.....   | 1.00 |

### Hierro

|  |       |
|--|-------|
| <i>Gandarillas, Javier.</i> —La Industria Siderúrgica i las minas de hierro, Volúmen I del Congreso Chileno de Minas i Metalurjía..... | 10.00 |
|--|-------|

### Jeolojía i Mineralojía

|  |       |
|--|-------|
| <i>Brüggen, Dr. J.</i> —Bibliografía Minera i Jeolójica de Chile.....                                    | 10.00 |
| <i>Sundt, Lorenzo.</i> —Volúmen I.—Estudios jeolójicos i topográficos del Desierto i Punta de Atacama... | 7.50  |
| Volúmen II.—Estudios jeolójicos i mineralójicos del Desierto i Cordillera de Atacama.....                | 7.50  |
| <i>Orrego Cortes, A.</i> —Estudio Jeolójico e Hidrolójico de las provincias de Tacna i Arica.....        | 3.00  |
| <i>Sundt, F. A.</i> —Monografías Mineras i Metalúrgicas.....   | 5.00  |
| <i>San Roman, Francisco.</i> —Desierto i cordilleras de Atacama, Volúmenes I, II, i III.....             | 25.00 |
| <i>Brüggen, Dr. J.</i> —Informe sobre el Agua Subterránea de la rejion de Pica.....                      | 6.00  |

## Oro

|  |         |
|--|---------|
| <i>Orrego Cortés A.</i> —La industria del oro en Chile.....  | \$ 3.00 |
| <i>Doolittle, J. E.</i> —Dragaje de oro en California, traducido por el Ingeniero de Minas, don Guillermo Yunge..... | 3.00    |

## Petróleo

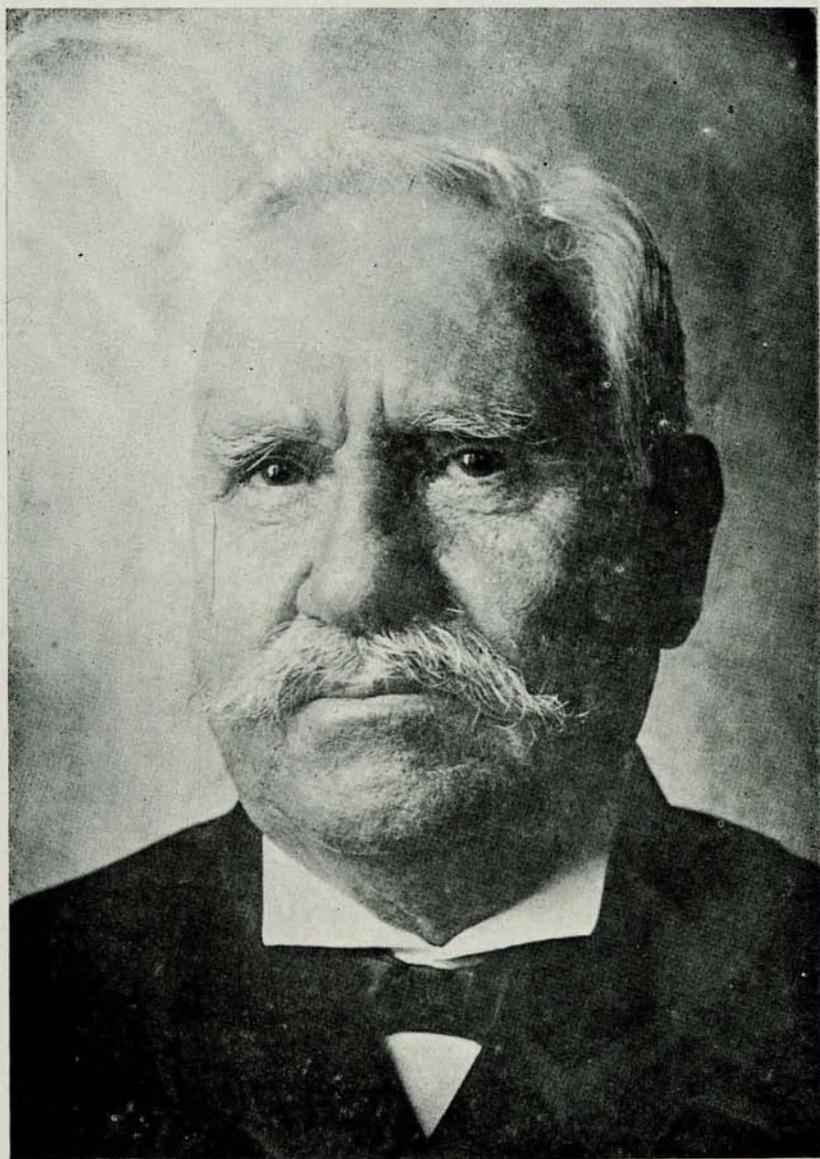
|   |      |
|---|------|
| <i>Felsch, Dr. J.</i> —Informe provisorio sobre las exploraciones jeológicas de los alrededores de Carelmapu i de la Isla de Chiloé.  | 2.00 |
| <i>Felsch, Dr. J.</i> —Informe sobre el reconocimiento jeológico de los alrededores de Punta Arenas i de la parte del noroeste de la Tierra del Fuego, con el objeto de encontrar posibles yacimientos de petróleo..... | 3.00 |
| <i>Felsch, Dr. J.</i> —Informe sobre las pizarras bituminosas de Lonquimai.....   | 2.00 |
| <i>Felsch, Dr. J.</i> —Informe preliminar sobre los reconocimientos jeológicos de los terrenos petrolíferos de Magallanes del sur.  | 5.00 |
| <i>Felsch, Dr. J.</i> —Informe sobre el reconocimiento jeológico de los indicios del petróleo en la provincia de Tarapacá.....  | 3.00 |
| <i>Blanquier, Juan.</i> —La Industria del Petróleo.....   | 2.00 |
| <i>Blanquier, Juan.</i> —Política Petrolífera.....  | 2.00 |

## Salitre, borato i sales naturales

|   |       |
|---|-------|
| <i>Semper i Michels.</i> —La industria del salitre en Chile, traducida del alemán por J. Gandarillas M. i O. Ghigliotto S.....  | 25.00 |
| <i>Ugalde Nicolás.</i> —Salitre. Contribucion al estudio de su industria, Vol. III del Congreso Chileno de Minas y Metalurjia...  | 10.00 |
| <i>Prieto, Manuel A.</i> —Elaboracion del salitre i yodo, Volúmen VIII del Congreso Chileno de Minas i Metalurjia, empastado.   | 7.50  |
| <i>Prieto, Manuel A.</i> —Estudios sobre la elaboracion del salitre.....  | 2.00  |
| <i>Gandarillas Javier.</i> —La centralizacion de las ventas del salitre i la concentracion mundial de las grandes industrias, Vol. II del Congreso Chileno de Minas i Metalurjia..... | 2.00  |
| <i>Sundt, F. A.</i> —Ensayes de Nitratos, Yodo, Cloratos i Percloratos en el caliche i productos de la industria del salitre i yodo.  | 5.50  |
| <i>García, L. G.</i> —Dosificacion de nitratos en el salitre.....   | 2.00  |
| <i>Quezada, C. V.</i> —Oríjen del salitre i otros abonos.....   | 1.00  |
| <i>Díaz Ossa, B.</i> —El salitre sintético.....   | 1.00  |
| <i>Díaz Ossa, B.</i> —Estado actual de la fabricacion de abonos azoados.  | 1.00  |
| <i>Lorca C., Eulójio.</i> —La industria del bórax, Vol. IV del Congreso Chileno de Minas i Metalurjia.....  | 5.00  |
| <i>Bertrand, Aléjandro.</i> —Estudio sobre el procedimiento «Haber» para la síntesis industrial del amoníaco.....   | 3.00  |
| <i>Brüggen, Dr. J.</i> —El Salar de Pintados i sus yacimientos de Potasa.....   | 2.00  |

## Varios

|   |         |
|---|---------|
| <i>Aller F. D.</i> —Métodos Rápidos de Análisis Técnicos.....   | \$ 3.00 |
| <i>Puelma, L. N.</i> —Apuntes prácticos para el uso de los mineros.....   | 1.00    |
| <i>Díaz Ossa I.</i> —Cálculos metalúrgicos.....   | 1.50    |
| <i>Koetring Berth.</i> —Los informes sobre empresas mineras i las causas de sus frecuentes fracasos, Vol. V del Congreso Chileno de Minas i Metalurjia..... | 2.00    |
| <i>Vol. VI.</i> —Varios trabajos presentados a las Secciones: I, II, III, IV del Congreso Chileno de Minas y Metalurjia.....                                | 5.00    |
| <i>Vol. VII.</i> —Varios trabajos presentados a las Secciones: V, VI del Congreso Chileno de Minas i Metalurjia.....  | 5.00    |
| <i>Concha, A.</i> —Informe presentado al Supremo Gobierno sobre la importancia de la hidrometalurjia en la Provincia de Antofagasta.....                    | 3.00    |
| <i>Concha, A.</i> —Informe sobre la planta beneficiadora de cobre de «El Teniente».....   | 2.00    |



Don Cesáreo Aguirre,

miembro Honorario de la Sociedad Nacional de Minería.  
Fallecido en Santiago el 11 de Febrero de 1921.

