

## BOLETIN MINERO

DE LA

## Sociedad Nacional de Minería

SANTIAGO DE CHILE

## SUMARIO

	Pájs.
Informe acerca de las posibilidades de reducir los gastos de produccion del salitre chileno i acerca de los ensaycs que con este objeto se prosiguen actualmente en la pampa.....	289
Método moderno de aprovechamiento del carbon.....	324
Precedimiento Cottrell de Precipitacion eléctrica.....	341
El Acetileno como precipitante de plata en soluciones claruradas.....	359
Correspondencia.....	360
Sumario de Revistas.....	363

**Informe acerca de las posibilidades de reducir los gastos de produccion del salitre chileno i acerca de los ensayos que con este objeto se prosiguen actualmente en la pampa.**

Despues de haber tenido la ocasion de conocer los dos mas importantes centros industriales del Sur, Concepcion i Valdivia, en Setiembre de 1921, obtuve a fines del año pasado la autorizacion necesaria del señor Ministro de Industria para realizar tambien en el Norte del pais un viaje de estudio, para poder formarme como profesor de química industrial, una idea clara sobre las mas importantes industrias de Chile, la industria minera i salitrera. Al mismo tiempo recibí del señor Ministro de Industria el encargo de evacuar un informe acerca de la situacion actual de la industria salitrera. Desde Taltal ya envié un corto informe provisorio referente al lado netamente comercial de este problema.

Durante mi viaje por el Norte de Chile visité en total quince oficinas salitreras i al efecto escojí en primer lugar aquellas que se dedican a ensayos en pro de la reduccion de los gastos de produccion del salitre. Permanecí por todo únicamente cuatro semanas en la pampa propiamente dicha, es decir en las oficinas salitreras mismas, de modo que se comprenderá que esta relacion no es en manera alguna un informe completo i definitivo. Sin

embargo creo estar en condicion de poder describir a grandes rasgos el aspecto mas importante de la actual situacion técnica de esta industria, como tambien de indicar las diversas posibilidades para poder reducir los gastos de produccion. No es posible evitar la repeticion de cosas conocidas i a menudo discutidas, ya sea para mantener la coherencia necesaria, ya sea también porque de las muchas proposiciones para el mejoramiento de esta industria solo una pequeña parte ha sido sometida a prueba en grande escala i en forma perfecta i sistemática, aun tratándose de aquellas que daban lugar a presumir con alguna certeza que conducirian a éxito. Desgraciadamente en sus dias felices la industria salitrera creyó no necesitar de aquello. Tampoco se convenció de ello cuando se presentaban las primeras nubes en el horizonte. Se consideraba asegurado para siempre el monopolio. Todas aquellas oficinas que no escatiman gastos para encontrar métodos mas económicos merecen pues tanto mas los mayores elogios.

Examinando primeramente en jeneral el problema en pro del abaratamiento de los gastos de produccion del salitre debemos reconocer desde un principio que en vista del estado actual de la ciencia i de la técnica no podemos basar nuestras esperanzas para el desarrollo futuro de esta industria en un procedimiento enteramente nuevo trastornador de las actuales prácticas. No, al contrario, todo lo que nuestros conocimientos nos permiten predecir, nos induce a creer que siempre subsistirá el principio de una elaboracion con agua para estraer salitre del caliche. Esta reflexion fundamental nos serviria desde luego de guia para indicarnos en la práctica dónde debemos intervenir para reducir los gastos de produccion. Lo diremos ahora en pocas palabras al principio de esta esposicion: para reducir a un minimum los gastos de produccion del salitre debemos procurar ejecutar cada fase de la elaboracion tan económicamente como sea posible.

Los gastos de produccion del salitre tienen su oríjen en cinco factores principales. Estos son: obra de mano, consumo de combustible i agua, rendimiento en la lixiviacion i gastos jenerales. Haremos aquí caso omiso del interes del capital i de las amortizaciones, ya que éstos no caen dentro de los gastos de produccion directos. Ademas los gastos de produccion sufren variantes por varias condiciones locales, como ser contenido del caliche en salitre, contenido del caliche en ingredientes que perturban la fabricacion (materias gredosas), como tambien por la ubicacion del caliche en la pampa, ya sea que se encuentre mui cerca de la superficie o en mayores profundidades. Otro factor no despreciable que interviene en los gastos de produccion i que tambien tiene su oríjen en las condiciones locales es el gasto de produccion de agua que varia mucho en las diferentes oficinas, dependiendo en ciertas circunstancias la produccion maximal de una oficina de la cantidad de agua disponible. Por último, no debemos dejar de espresar

que los referidos factores dependen por otra parte de la cotizacion de la moneda chilena.

Pasemos ahora a observar los diferentes procedimientos de la produccion del salitre desde el cateo en la pampa hasta el ensacarlo para su embarque a la costa.

### EL CATEO

Demas estará decir la importancia que tiene un cateo exacto i adecuado, tanto al fundar una nueva oficina salitrera, como tambien al adquirir una en funciones.

Mas de una vez ha sucedido que una oficina ha tenido que cerrar sus puertas a causa de que sus explotadores se habian formado un falso concepto de la lei de salitre de sus pampas, basándose en un cateo mui superficial. Para todo establecimiento es tambien de importancia primordial estar informado con la mayor exactitud posible acerca del contenido de nitrato de sus campos a fin de estar a cubierto de futuros desengaños. Una de las compañías que tuve la oportunidad de visitar en mis viajes habia calculado hace años la lei de sus diferentes yacimientos segun cateos practicados a distancias de 200 metros. Año mas tarde se repitieron dichos cateos a distancias de 50 metros, obteniéndose un resultado mui diferente el que desgraciadamente fué harto mas desfavorable.

Un cateo en menores intervalos no conviene tan solo para conocer la lei de los yacimientos, sino que tambien para una explotacion adecuada. Los mayores gastos que un cateo de ese órden exige quedan en todo compensados, pues la distribucion del caliche en la tierra es mui irregular. Economizar en ésto es errar.

### LA ESPLOTACION DE LOS CAMPOS DE CALICHE

Actualmente todo el trabajo en la pampa para la estraccion del caliche se hace casi esclusivamente a mano. En cinco oficinas distintas que visité equivalian sus gastos al 23, 31, 23, 38 i 24 % de los gastos de produccion totales. Se puede decir pues que estos gastos ascienden a poco mas de  $\frac{1}{4}$  de los gastos totales. Resalta entónces a la vista que con la introduccion de procedimientos mecánicos en este punto se obtendrian economías mui apreciables.

## MÁQUINAS PERFORADORAS

Como es sabido se utilizan en la pampa para hacer volar, pólvora negra i dinamita. La perforacion a mano de los agujeros necesarios es una tarea mui árdua i demorosa. Hai varias oficinas que se ocupan en substituir la labor a mano introduciendo máquinas perforadoras que sirven tanto para perforar los anchos i grandes hoyos para la pólvora negra, como los chicos para la dinamita. Para el funcionamiento de estas máquinas perforadoras lo mas conveniente es emplear aire comprimido, pues éste no tan solamente ejecuta el trabajo mecánico, sino que tambien conducido a traves de la barreta hueca perforadora aleja el polvo que se forma. La produccion mas económica de aire comprimido se consigue con electricidad. Para ésto se conduce corriente de alta tension desde la central de fuerza a la pampa, trasformándola a la tension adecuada de servicio alimentando a un grupo compuesto por un electromotor i un compresor de aire. Desde el compresor se coloca una cañería de aire comprimido a lo largo del rajo i desde esta cañería matriz parten las secundarias a los diferentes puntos de trabajo.

Actualmente se ensaya la introduccion de máquinas perforadoras entre otras en las oficinas Chile (Compañía Salitrera de Taltal) i José Santos Ossa (Compañía de Salitres de Antofagasta); la oficina Chile para hoyos grandes i José Santos Ossa para chicos. En ambas oficinas dieron estos ensayos buenos resultados. Basándose en los ensayos de la oficina Chile i en cálculos mui prolijos resultaria la perforacion a máquina de agujeros grandes mas o ménos un 20 % mas barata en término medio que a mano. Segun datos que me suministró la administracion de la oficina José Santos Ossa, se obtendría una disminucion de un 35 % en los gastos de estraccion del caliche al emplear máquinas perforadoras para los hoyos chicos. Ese porcentaje de economía me parece bastante subido i segun mi opinion debe sometérselo a una comprobacion minuciosa.

## EMPLEO DE PALAS MECÁNICAS

La única oficina que ha tenido éxito segun he sabido en el empleo de máquinas escavadoras es la oficina Delaware (Dupont & Co.) Tambien otras oficinas han ensayado las palas mecánicas, pero no las han introducido en la práctica. Mas, los campos salitreros de la oficina Delaware tienen ciertas condiciones especiales. La capa de caliche se encuentra a considerable profundidad bajo la superficie, de modo que es necesario apartar buena cantidad de costra. Pero al emplear escavadoras no debemos pensar únicamente en la separacion de la costra, sino que tambien en el papel igualmente importante del carguio directo del caliche despedazado a los carritos por

medio de estas máquinas. Este último problema está en relacion íntima con el mejoramiento de los actuales métodos para lixiviar, cuyos resultados, como es sabido, son mui desfavorables, porque como promedio solo se gana  $2/3$  del salitre que contiene el caliche, quedando así un tercio en los ripios. Si la lei de salitre descende bajo un cierto porcentaje no se puede seguir trabajando con utilidad con los actuales procedimientos. El porcentaje mínimo para una explotación beneficiosa es del 13 al 14%, cifra que varía entre una oficina i otra. En vista de que los diferentes pedazos de caliche que se obtienen al volar contienen una lei de salitre mui diferente—hai pedazos que contienen un 10% i ménos i otros un 40% i mas—es indispensable escojer a mano los pedazos buenos a fin de que el promedio del caliche que pasa a la lixiviacion no baje de un cierto porcentaje mínimo. A un trabajador, conocedor de la pampa, le basta con observar únicamente el aspecto exterior de un pedazo de caliche, para calcular con bastante exactitud su lei de salitre. Por este motivo no se puede pensar hoy en día una escavacion directa con palas. Si se llegara a descubrir en lo futuro un procedimiento mejor para la lixiviacion, que permitiera aprovechar tambien cualquier caliche de lei inferior, entónces se podria pensar en el empleo de escavadoras para el carguío directo del caliche a los carros. Volveré mas adelante sobre este punto.

### LOS ESPLOSIVOS

Los esplosivos que se emplean en la pampa son la pólvora negra i la dinamita. Se usa la pólvora negra para tiros grandes cuando hai que desprender grandes trozos de costra o de caliche. Para un solo tiro se consume a menudo algunos quintales. En cambio la dinamita se usa por lo comun para despedazar los grandes bloques, como tambien para tiros pequeños.

Para la fabricacion de la pólvora negra se emplea en la pampa fuera de carbon i azufre el salitre chileno comun, es decir nitrato de sodio i no nitrato de potasio, lo cual es posible gracias al clima extraordinariamente seco del Norte de Chile. El poder esplosivo de la pólvora negra depende como es sabido de su granulacion finísima i de la mezcla mui íntima de sus componentes. He observado en la pampa que no se le concede a este punto la atencion que merece. En la oficina José Santos Ossa, se cuida mucho de la fabricacion de la pólvora. No se necesita mencionar especialmente el hecho de que para alcanzar el mismo poder esplosivo se requiere menor cantidad de una pólvora bien preparada que de una mal preparada.

La dinamita que se usa en la pampa es preciso importarla actualmente del extranjero a precios mui altos. Ahora que en el Norte de Chile la Compañía norteamericana Dupont en Calama ha comenzado la construccion

de una gran fábrica de esplosivos es de esperar que en lo futuro la industria minera i salitrera de Chile disponga de esplosivos mas baratos.

El salitre chileno contiene siempre una cierta cantidad de perclorato. En Europa i Estados Unidos los esplosivos a base de perclorato tienen mucha aplicacion. Durante la guerra volvieron a introducirse estos esplosivos en la industria minera alemana, a causa de que los nitro-esplosivos se usaban para fines militares. La Compañía Salitrera de Tocopilla tiene actualmente la intencion de elaborar el perclorato contenido en el caliche para fabricar así un esplosivo que pueda sustituir a la dinamita que se introduce hoi dia a tan alto precio.

### LA MOVILIZACION DE LAS MASAS

En cada oficina salitrera hai seis diferentes clases de movimiento de masas:

- 1.º El carguío del caliche quebrado a los carritos.
- 2.º El acarreo del caliche desde la Pampa a los chanchos.
- 3.º El transporte del caliche triturado desde los chanchos a los cachuchos.
- 4.º La desripiadura i el transporte de los ripios a los desmontes.
- 5.º El vaciamiento del salitre de las bateas i su transporte a la cancha.
- 6.º El bombeo del agua i la circulacion de los líquidos.

No mencionaré especialmente el acarreo de carbon i petróleo, pues éste no corresponde a la fabricacion propiamente dicha.

Ha sido tratado ya el asunto del carguío del caliche por medio de las escavadoras.

El acarreo del caliche a los chanchos i el transporte de los ripios a los desmontes se hacia ántes esclusivamente con mulas i aun hoi en dia se usa este procedimiento en muchas pequeñas oficinas. En la mayor parte de las oficinas han sido reemplazadas las mulas por locomotoras.

Hai tambien muchas otras que tienen un servicio misto. El transporte con mulas es del todo anti-económico. La introduccion de la locomotora a vapor o de la locomotora de motor significa un considerable progreso. Los gastos del acarreo del caliche utilizando mulas pueden alcanzar hasta a un 20% de los gastos totales de produccion, mientras que el acarreo con locomotoras hace bajar esos gastos hasta menos de un 10%. No estoi capacitado para decir si bajo las condiciones de la pampa sea el uso de la locomotora de motor mas ventajoso que el de la locomotora a vapor. Mas, esta pregunta es secundaria, pues en lo que atañe a economía, ámbas locomotoras son superadas bajo todas las circunstancias por la locomotora eléctrica con trolley. Su supremacia económica se basa en las siguientes particularidades:

1.º La locomotora eléctrica consume únicamente energía cuando ejecuta trabajo efectivo, mientras que la locomotora a vapor mantiene sus fuegos encendidos aun en aquellos instantes en que no realiza trabajo alguno. Además se pierde mucha energía cuando se empieza a calentar i cuando se enfria el caldero. También la locomotora a motor consume combustible durante el trabajo en vacío, esto es cuando no ejecuta trabajo de tracción.

2.º La locomotora eléctrica es mas fácil de servir i ante todo no exige aseo del caldero como la locomotora a vapor ni tampoco aseo de los cilindros como la locomotora de motor. Además no exige costosas reparaciones de las cajas de fuego.

3.º No hai en las locomotoras eléctricas pérdida de agua en la movilización como sucede con las locomotoras a vapor.

4.º La locomotora eléctrica es mas económica que la locomotora a vapor o la locomotora de motor en lo que respecta a lubricación.

5.º Al generarse la energía necesaria para las locomotoras eléctricas en la central de fuerza de la oficina respectiva, se obtienen dos ventajas considerables. La primera, que una central de fuerza es tanto mas económica, cuanto mas grande sea. La segunda, que el vapor de escape en una central que genera electricidad por medio del vapor, puede ser aprovechado para la calefacción, mientras que en la locomotora a vapor no puede utilizarse el vapor de escape. En el capítulo referente a la producción de vapor para fuerza i para calefacción volveré a tratar este asunto de tanta importancia. Debo dejar aquí constancia, que una locomotora a vapor solo aprovecha un 9% de la energía del combustible, i esto solo durante su trabajo efectivo: pues si se toman en cuenta los intervalos de detención, el resultado seria aun mas desfavorable. Una locomotora de motor aprovecha mas o menos un 20 hasta un 25% del combustible, mientras que una central de fuerza moderna, en la cual se utiliza el vapor de escape, aprovecha hasta el 75% de la energía del combustible. De la energía producida en la central se pierde mas o menos un 10% en la conducción, pero de todos modos se obtiene un mejor aprovechamiento de la energía que con el empleo de la locomotora a vapor o su conyénere de motor.

Una desventaja para la locomotora eléctrica con trolley es el trolley mismo, necesario para la conducción de la corriente, pero esta circunstancia desfavorable queda compensada con creces por las ventajas ya citadas.

Muy poco se ha introducido hasta hoy dia la locomotora eléctrica en la pampa. Tuve ocasion de ver algunas en las oficinas Chile i Delaware, donde se emplean para el transporte del ripio.

En terrenos muy quebrados puede ser bajo ciertas circunstancias un andarivel aéreo mucho mas ventajoso que una locomotora. Las oficinas Angamos i Pissis cuentan con instalaciones de esta especie. También en la oficina Sarjento Aldea (Compañía de Salitres de Antofagasta) se intenta una instalación.

El transporte del caliche quebrado desde las máquinas quebrantadoras hasta los cachuchos se lleva a cabo por lo jeneral en carros que se hacen subir por elevadores o por medio de cables por un plano inclinado. Tambien se emplean andariveles. Muchas oficinas usan para ésto cintas sin fin que son mui prácticas porque tienen ademas la ventaja de poder ser conducidas por encima de una balanza automática que permite registrar por un método mui sencillo el peso del caliche que se lleva a la lixiviacion. Instalaciones de esta especie hai en las oficinas Delaware, Peña Grande, Dupont & Co. i Aconcagua (Barburizza, Lukinovic & Co.)

El transporte del ripio se efectúa en la actualidad casi esclusivamente con carros. La mejor forma para poner en movimiento estos carros, es como hemos dicho con locomotoras eléctricas. La oficina Araucanía (Barburizza, Lukinovic & Co.) emplea un winche para hacer subir los carros al desmonte.

Pero para este objeto, un andarivel es lo más práctico, siempre que los alrededores de una oficina sean completamente planos i no tengan inclinaciones hácia ningun lado. El peso de los carros de un andarivel es menor que el de los carros terrestres i con su empleo se evita ademas la pérdida de enerjía en la ascension de la locomotora i de los carros a los desmontes. Los carros aéreos vacíos en su viaje de regreso sirven de contrapeso a los que van de subida, de modo que aparte de la friccion inevitable, se consume solo enerjía para movilizar los rípios hasta encima de los desmontes. El andarivel ahorra, al mismo tiempo, personal. La oficina Aconcagua tuvo durante cinco años una instalacion de esta especie. La oficina Alemania tiene proyectada tambien una instalacion semejante.

La desripiadura de los cachuchos requiere mucha labor a mano i mucho tiempo. Este punto lo consideraré mas adelante.

El vaciado de las bateas se ejecuta con una pala. El salitre húmedo se estiende sobre falcas a fin de que el agua madre vuelva a las bateas, secándose el salitre al mismo tiempo al aire. Una vez seco se arroja a pequeños carros los cuales son conducidos por rieles algunos metros encima de la tierra i su contenido se descarga entónces en la cancha. El salitre elaborado se moviliza en consecuencia dos veces a mano. Mas adelante indicaré cómo puede ésto evitarse, porque este asunto está en relacion íntima con la introduccion de aparatos modernos de cristalización i de centrifugacion.

En lo que respecta al N.º 5, es decir al bombeo del agua i a la circulacion de los líquidos, me limitaré a decir, que en este punto es difícil obtener economía alguna. Las bombas funcionan en lo jeneral por medio de electro-motores i han alcanzado en consecuencia el mas alto grado de economía que hoi se conoce. No está demas observar, que solo debieran emplearse las mejores bombas, es decir, aquellas que con un minimum de fuerza movilicen la mayor cantidad de líquido en la unidad de tiempo. Me atrevo a

advertir que para un funcionamiento correcto de las bombas se requiere una vijilancia prolija de ellas. I a este punto no se le dedica en la pampa la atencion que merece.

## EL DESPEDAZAMIENTO DEL CALICHE

Para este proceso se emplean en la actualidad las máquinas quebrantadoras de corrientes.

Las grandes minas de cobre de Chuquicamata, de los norteamericanos, usan tambien para la primera trituracion del mineral de cobre dichas máquinas pero de gigantescas dimensiones. El mineral de cobre reducido a pedazos de cierto tamaño sigue despedazándose entónces en máquinas quebrantadoras de trompo. Seria conveniente establecer si con el empleo de estas máquinas quebrantadoras de trompo se economiza fuerza.

En lo futuro se darán sin duda alguna los pasos necesarios para despedazar mas el caliche que lo que actualmente se consigue por diversos motivos que indicaré cuando me pronuncie sobre la lixiviacion. Entónces someteremos al mas minucioso exámen la cuestion de cuál es la máquina quebrantadora mas económica, acerca de las cuales han adquirido las fábricas respectivas las mas avanzadas esperiencias.

## LA LIXIVIACION

Llegamos ahora a la fase mas importante de la produccion del salitre, al punto mas difícil de la pampa: la lixiviacion. Para formarnos una idea concisa de los defectos actuales de la lixiviacion del caliche, describiré en pocas palabras el procedimiento actual. El caliche triturado se vacia en grandes cajones, que contienen serpentines calentadores i a poca altura del fondo un segundo fondo perforado llamado crinolina. En seguida se procede a la lixiviacion, sirviéndose del principio de Shanks, en la misma forma que se practica en la industria de la soda Leblanc, empleando agua fresca, agua madre de las bateas i lavazas que contienen igualmente pequeñas cantidades de salitre i algunas otras sales. Al mismo tiempo se calientan los líquidos hasta la ebullicion. Se persiguen tres fines distintos con el cociamiento:

- 1.º Aumento de la solubilidad;
- 2.º Concentracion de las soluciones por evaporacion del agua; i
- 3.º Circulacion de los líquidos.

Una solucion concentrada, así obtenida, llamada caldo pasa despues de una clarificacion en estanques especiales (chulladores) a la cristalización.

Por este procedimiento se obtiene en término medio  $\frac{2}{3}$  del salitre

que contiene el caliche, quedando así  $1/3$  en los ripios, cantidad que hoy en día se pierde. Si recordamos ahora que los gastos de elaboración del salitre del caliche oscilan entre un 40 i un 60 % de los gastos totales de producción, resulta evidente que al descubrir un procedimiento de lixiviación que dé mayor rendimiento sin necesidad de aumentar por otra parte los gastos existentes, se conseguirá una disminución apreciable de los gastos de producción del salitre. Esta reducción se conseguiría en primer lugar si se produjera más, sin incurrir en mayores gastos i en segundo lugar con una posible explotación de un caliche de inferior calidad al que ahora se explota. Así se reducirían considerablemente los gastos de extracción en la pampa, especialmente al poderse evitar la clasificación a mano i con la posibilidad de poder cargar con palas mecánicas. De este modo se obtendría naturalmente una disminución de los gastos totales. Hai oficinas en la pampa que obtienen sólo un 50 % del salitre contenido en el caliche en la lixiviación. Otras alcanzan hasta un 80 %. Como ya hemos dicho, el término medio alcanza a un 65 %.

La primera pregunta que nos hacemos al considerar ésto es la siguiente: por qué se trabaja actualmente con tal mal rendimiento i cuáles otros defectos técnicos envuelve este procedimiento.

Las pérdidas en la lixiviación puede tener su origen en los siguientes factores:

1.º Después del último lavado los ripios retienen líquido que contiene salitre.

2.º En el interior de cada pedazo de caliche se encuentra salitre no disuelto.

3.º De la solución que contiene salitre se retiene cierta parte por fuerzas absorbentes de los coloides que se encuentran en el caliche, como también por las sustancias gredosas i aun a veces por sustancias orgánicas.

4.º Durante la lixiviación se forma un lodo coloidal que se va acumulando bajo la crinolina i el cual en muchas oficinas no es posible elaborar. Las pérdidas que ocasiona este lodo alcanzan a veces a un 12 % de las pérdidas totales.

El punto 1.º puede tener su origen en las siguientes circunstancias:

a) Lavado insuficiente;

b) La lavaza no remueve suficientemente la lejía concentrada en el interior del caliche debido a su trituración deficiente;

c) La lavaza no llega a tener suficiente contacto con todos los pedazos de caliche a causa de una circulación deficiente. Especialmente en aquel caliche que contiene mucha greda i que tiene predisposición a formar masas compactas i cenagosas se forman en la masa durante el cocimiento, grietas i hendiduras. Por estas grietas i hendiduras pasan de preferencia la lavaza

i las lejías diluidas dando así orígen a que éstas no tengan el contacto debido con las demas partes de la carga.

d) La lavaza, respectivamente las lejías diluidas no penetran al interior de los pedazos de caliche, porque su acceso está impedido por una capa gredosa que envuelve los pedazos;

e) Las lavazas, respectivamente las lejías diluidas no penetran al interior de los pedazos de caliche, porque durante el cocimiento i con la concentracion creciente se forman sales básicas o sales dobles que se depositan sobre la superficie de los pedazos o en sus poros.

El punto 2 puede ser causado por las mismas circunstancias mencionadas en el 1.º, c) hasta e).

Desgraciadamente carecemos hasta hoi dia de todo estudio científico i sistemático sobre todos aquellos fenómenos que tienen lugar en la lixiviación i los cuales he enunciado aquí en pocas palabras. De desear seria que se remediara esta deficiencia lo mas pronto posible.

Al considerar las causas enumeradas que motivan un mal rendimiento en la lixiviación se podria creer que con una trituración del caliche mas perfecta que la acostumbrada se daría un gran paso para remediar el mal. I es mui natural que se hayan hecho muchos ensayos en este sentido. Pero con el actual procedimiento de los cachuchos se le ha señalado a la trituración un límite. Este límite depende del contenido en arcilla i es en consecuencia mui diferente entre una oficina i otra. Mientras mas se tritura el caliche, tanto mas lodo se acumula bajo al crinolina i tanto mayor tendencia tiene toda la carga a un enlodamiento completo.

La cantidad tan variable de materias gredosas contenida en el caliche es una de las causas principales, de la diferencia de rendimiento entre las diversas oficinas, como ya hemos dicho, oscila ese rendimiento con el actual procedimiento entre un 50 i un 80 %. De aquí deducimos que el problema total para el mejoramiento de la lixiviación está íntima i estrechamente unido con la lei en arcilla del caliche.

En este punto quisiera relatar una observación de extraordinaria importancia hecha por diferentes personas que han trabajado independientemente unas de otras en la pampa. Me refiero al hecho que con una lixiviación fría, o tibia, se obtiene un rendimiento mucho mayor. I aun mas, con una lixiviación tal, se puede obtener una lixiviación casi cuantitativa del caliche. Esto demuestra con toda evidencia, que la temperatura de ebullición a pesar de aumentar la solubilidad del salitre ocasiona alteraciones de las sustancias adherentes al salitre que se oponen a una buena lixiviación. I talvez no se erraria al suponer que este fenómeno es causado en primer lugar por las sustancias coloidales. Quizás lleguen estas durante el cocimiento a un estado coloidal tal, que obtengan fuerzas absorbentes para las lejías. Quizás la lixiviación no sea buena, porque el cocimiento revuelve

las sustancias coloidales o porque éstas se hinchan i cubren en seguida los pedazos con una capa impermeable ó bien porque obstruyen los poros i hendiduras de los pedazos. Pero tambien es posible, como ya lo dije anteriormente, que las sales dobles i las sales básicas insolubles que se forman a la temperatura de ebullicion jueguen un papel análogo. Es indispensable un estudio a fondo de este problema i éste seria en primer término una tarea del laboratorio científico.

Consideremos ahora los demas defectos que tiene el procedimiento actual. En él podria mencionarse lo siguiente:

1.º La lixiviacion no es continua. Hai que cargar los cachuchos i despues de algun tiempo, terminada la lixiviacion, hai que descargarlos. Desde hace mucho tiempo se ha tratado de reemplazar en la industria química los procedimientos discontinuos por continuos, por ser éstos últimos mas económicos.

2.º En el actual procedimiento se encuentra ligada la lixiviacion a una concentracion simultánea por medio de la evaporacion. En todo proceso de lixiviacion en la industria química debe procurarse concentrar las lejías al mas alto grado por medio de la lixiviacion misma. En la forma actual, concentrándolas por medio de evaporacion simultánea, se aprovecha en forma mui deficiente el vapor. Segun el estado actual de los conocimientos de la economia del calor, sólo se aprovecha en forma ventajosa el vapor, cuando se trabaja segun los principios del efecto múltiple. Ademas el actual procedimiento tiene en la pampa la desventaja, que se pierde una considerable cantidad de agua en forma de vapor que escapa al aire i que lleva consigo una cantidad de calor bastante considerable que no se aprovecha.

3.º Durante el cocimiento los serpentines en los estanques se cubren de incrustaciones, dando motivo a una defectuosa trasmision del calor. Las incrustaciones que se forman alrededor de los serpentines deben ser separadas por medio de golpes, cada vez que se hayan vaciado los estanques. Este trabajo requiere tiempo i obra de mano. A causa de los golpes ocurre a menudo que las juntas se abren, dejando escapar vapor que penetra en los estanques i que adelgaza las lejías. Si el contenido de los estanques está en cocimiento, pasa el vapor a traves de las lejías i alcanza a la atmósfera, lo que significa pérdida de agua.

4.º La desripiadura, terminada la lixiviacion, es un procedimiento mui demoroso i que requiere una obra de mano grande. Ademas esta operacion es para los trabajadores pesada i desagradable, tanto mas cuanto que los serpentines molestan durante dicho trabajo.

Consideremos ahora los ensayos mas importantes efectuados hasta ahora en la pampa en pro del mejoramiento de la lixiviacion i aquellos que se hacen en la actualidad. Podemos distinguir los siguientes:

a) Ensayos de una mejor lixiviacion, sirviéndose de las actuales instalaciones solas i de éstas juntas con anexos.

b) Ensayos de una mejor lixiviacion alterando los actuales aparatos.

c) Ensayos de una mejor lixiviacion haciendo caso omiso de las actuales instalaciones.

Respecto al punto a) diremos lo siguiente:

1.º Ensayos para obtener un mayor rendimiento despedazando mas el caliche que lo que se hace en la actualidad. Sobre ésto ya hemos hablado.

2.º Ensayos del aumento del rendimiento, alterando la forma de carguío de los estanques. En este punto cabe mencionar el procedimiento de la oficina Aconcagua. Ahí se clasifica el caliche despedazado, en tres categorías: en pedazos grandes, medianos i en polvo, para lo cual se sirven de clasificadores. A los estanques se arrojan primero los pedazos grandes, después los medianos i por último el polvo. Se procura por este medio alcanzar en primera línea una disminucion de la borra bajo la crinolina. En el mejor de los casos trabaja la oficina con un rendimiento de 73% es decir, sufre una pérdida del 27%, de modo que este procedimiento, aunque sobrepasa el promedio del rendimiento, no es en manera alguna satisfactorio.

En forma parecida trabaja la oficina Araucania, la cual tambien arroja al último el polvo a los estanques.

3.º Ensayos del aumento del rendimiento, separando de los pedazos grandes aquel polvo de caliche que tiene tendencia a convertirse en lodo i sometiéndolo a una lixiviacion separada.

Si se quiere someter a una lixiviacion especial el polvo producido por el despedazamiento del caliche, es preciso filtrar despues de la lixiviacion. Esto se hace indispensable, en vista de que el líquido no se clarifica dejándolo depositarse o bien lo hace con gran demora, segun las propiedades de la materia prima. Los ensayos hechos con filtros en diversas oficinas han fracasado, siendo sus resultados malos a causa del trabajo demasiado lento de ellos. Menciono aquí el ensayo de la oficina Aconcagua con filtros «Oliver», los cuales se empleaban ahí mismo para el barro que se forma bajo la crinolina de los estanques. Como se me dijo, tambien se usaban esos filtros para el polvo de caliche lixiviado. Por último, quisiera mencionar los ensayos en gran escala de la oficina «Paposo» (Grace i Cia.) con los filtros Burt, que tampoco condujeron a un resultado satisfactorio. En su tiempo tambien sometió la oficina Delaware el polvo de caliche a una lixiviacion especial, pero tuvo que abandonar este procedimiento por las dificultades que se suscitaban por la filtracion.

Séame permitido tocar el problema de la filtracion en esta parte con pocas palabras. Es una vieja esperiencia del laboratorio i de la industria, que existen ciertas sustancias que son mui difíciles de filtrar, existiendo algunas con las cuales es prácticamente imposible conseguirlo. Pertenecen

a dichas sustancias en primer lugar las sustancias coloidales. Durante mucho tiempo se estuvo completamente perplejo frente a este problema, hasta que se pudo hacer una luz en la naturaleza de estas sustancias por medio de la química coloidal moderna i especialmente por los trabajos de Zsigmondy, Siedentopf, The Svedberg, Bechold, Bachmann i de muchos otros investigadores. Bechold llegó a demostrar que para obtener una filtración sin obstáculos debían ser los poros del filtro mas pequeños que las partículas de la sustancia por filtrar; pero si las partículas son del mismo tamaño o mui poco mas pequeñas que los poros, éstos se tapan i el tal filtro queda en poco tiempo inservible, es decir, no deja pasar despues ningun líquido. Zsigmondy i Bachmann demostraron ademas que es posible filtrar sin dificultades i en poco tiempo precipitados coloidales, tan comunes en los análisis, como ser hidróxido de aluminio, hidróxido de hierro i otras mas. Para la filtración de tales sustancias emplean Zsigmondy i Bachmann sus filtros de membrana con aplicación simultánea de presión, procedimiento éste, que requería ántes, como todo químico sabe por propia esperiencia, varias horas en el laboratorio.

Estos filtros de membrana se han adoptado ya en Alemania para diferentes trabajos de laboratorio i la fábrica que los construye (Chemische Fabrik E. de Haën en Seelze, cerca de Hannover) se ocupa actualmente en la fabricación de filtros para la gran industria. No hai lugar a duda, que si sus esfuerzos tienen éxito, valdria la pena poner a prueba en la pampa estos filtros. Es posible que al dar éstos buenos resultados se obtuviera en alguna oficina un mayor provecho en la lixiviación, sin alterar sustancialmente las instalaciones existentes i sin las grandes inversiones consiguientes.

Pero el problema de los filtros puede tambien evitarse, procurando acelerar por medio de métodos químicos coloidales la sedimentación de las partículas coloidales gredosas i orgánicas. Se podria así lixiviar el salitre del fango con una decantación repetida. Seria este un campo de trabajo importante para un laboratorio salitrero científico.

4.º En la actualidad se ha puesto a ensayo en gran escala en la oficina Prosperidad (Compañía Salitrera de Tocopilla) un procedimiento que tambien somete a una lixiviación separada los pedazos gruesos i menudos i que por este motivo lo mencionaremos aquí, aunque debiera figurar bajo B, porque exige una alteración de las instalaciones actuales. Desgraciadamente, no estoi autorizado para dar mayores datos técnicos sobre este procedimiento, pues recibí las informaciones respectivas bajo reserva. Puedo únicamente decir que con este procedimiento se obtiene mayor rendimiento que el alcanzado hasta ahora, pero el precio del salitre elaborado por quintal es mas o ménos el mismo que el precio que se alcanza por el procedimiento actual de esta oficina a causa del mayor consumo de energía mecánica. La

ventaja primordial de este procedimiento al introducirlo en la práctica, sería la posibilidad de la elaboración de caliche inferior, lo que permitiría a esta oficina explotar por segunda vez sus campos, de los cuales como es sabido sólo se ha extraído el material de primera clase como en todas las oficinas.

5.º Otro procedimiento muy importante que podemos agregar al grupo a) porque está en condiciones de llevarse a efecto con las instalaciones actuales, completándose con evaporadores. Este procedimiento se basa en la producción de caldillos en los estanques, los que se concentran en evaporadores. Tuve ocasión de conocer en la oficina Alemania (Compañía Salitrera de Taltal) este procedimiento que se ha introducido en varias oficinas.

El caliche de esta oficina es muy gredoso. Hasta 1912 trabajaba la oficina con el procedimiento antiguo, con un rendimiento de 55 %, desde la introducción del nuevo procedimiento trabaja con un 70 %. Según éste se calienta la lejía en los estanques hasta una temperatura de 90º, es decir hasta una temperatura debajo de la temperatura de ebullición, pero se evita cuidadosamente la cocción. Se obtiene así un caldillo, que junto con las aguas madres de las bateas se conduce a los evaporadores de doble efecto. Por dos partes de caldillo se toma una parte de agua madre de las bateas. Para la lixiviación misma se emplea agua del tiempo y lavazas. Se lava la borra que se ha juntado bajo la crinolina; en seguida se clarifica por medio de sedimentación y se saca la lavaza que contiene salitre. Después de haber concentrado la lejía delgada en los evaporadores de doble efecto hasta 104º Tw. se filtra en estado caliente por medio de filtros Kelly; en seguida se conduce a las bateas.

Durante la evaporación se precipita una mezcla de sales que contiene 30 % de sal de cocina, 12 hasta 15 % de kieserita, 18 a 20 % de salitre, debido a la lejía adherente, 1 a 2 % de yeso, 15 % de sulfato de sodio y 3 a 5 % de magnesia soluble en alcohol (cloruro y nitrato) también debido a lejía adherente. Todo esto está calculado a base de fango salinoso. Este fango se lava para ganar la lejía salitrosa adherente, y a pesar de esto resulta una pérdida de un 9 % de salitre. Se hacen ensayos para rebajar ésta pérdida estrujando en prensas-filtros el fango salinoso.

Una de las principales desventajas de las prensas Kelly consiste en el alto consumo de paños filtradores a causa de la acidez de las lejías. Para filtrar lejías ácidas se emplean en la industria química alemana desde hace muchos años paños nitrados, que han dado excelentes resultados en muchos casos. Convendría ensayar si tales paños nitrados no serían convenientes también para este objeto.

En esta oficina se hacen ensayos en dos direcciones para mejorar aun más este procedimiento. Ante todo se efectuaron en el laboratorio ensayos

a fondo con la lixiviación fría. Estos dieron un resultado tan bueno, que se intenta ahora su repetición en gran escala. Al mismo tiempo se conducirá el vapor de escape de los evaporadores a través de los serpentines de los cachuchos de lixiviación, de modo que en la práctica se llegaría a una lixiviación tibia. Aparte de un rendimiento mayor en la lixiviación tendría este procedimiento la ventaja de poder trabajar con triple efecto, en vez de doble efecto, gracias a las lejías diluidas. Esto antes no era posible a causa de la alta concentración de los caldillos. Como es sabido, el efecto triple, trabaja con mayor economía que el efecto doble y sirve así hasta cierto punto de compensación para la mayor cantidad de agua que tiene que evaporarse. Según cálculos de la «Alemania», habría que evaporar un 38% más de agua. Además, al trabajar a bajas temperaturas se perdería menor cantidad del calor que irradian las paredes de los estanques.

Se han hecho también profundos ensayos con los evaporadores de circulación rápida de Sauerbrey, que se emplean mucho actualmente en la industria alemana de sales potásicas. Según los ensayos de la oficina Alemania son éstos más productivos que los evaporadores que empleaba antes.

Se hacen actualmente ensayos con evaporadores de simple y doble efecto en las oficinas Prosperidad (Compañía Salitrera de Tocopilla), San Pedro (Gildemeister y Cía.) y Peña Grande (Dupont y Cía.) En esta última oficina sirven estos evaporadores para concentrar las aguas madres. Además la oficina Delaware concentra sus caldillos con evaporadores de doble efecto.

En esta parte agregaremos algunas consideraciones respecto a los evaporadores.

En otra parte se explicaron ya detalladamente las desventajas que para una lixiviación perfecta envuelve la concentración de las lejías por medio del cocimiento en los cachuchos en presencia del caliche por lixiviar. El actual procedimiento es condenable bajo todo aspecto si le consideramos bajo el punto de vista de la economía de calor, pues el vapor que escapa de los estanques de lixiviación durante el cocimiento no tan solamente causa considerables pérdidas de agua, sino que también una pérdida apreciable de energía y con ello mayor consumo de combustible. Esta reflexión parece que en la actualidad está abriéndose camino más y más en la pampa, y lo demuestra el hecho de que muchas oficinas se ocupan y se ocupaban ya en el pasado del problema de los evaporadores. Entre éstos distinguiremos dos grupos:

- 1.º Evaporadores que trabajan con vapor calentador de efecto múltiple, empleando al mismo tiempo vacío.

- 2.º Evaporadores en los cuales las lejías por concentrar se conducen con o sin pulverización, según el principio de la contracorriente contra los gases calientes de una caldera.

Una solución satisfactoria de este problema, de cuál es el mejor sistema de evaporadores, sería de importancia decisiva para toda la industria del salitre. Como hemos visto en el caso de la oficina Alemania el mayor rendimiento de la lixiviación sufre en una pequeña parte por las pérdidas del fango salinoso que se precipita. También se presentan ciertas dificultades técnicas, acerca de las cuales no entraré aquí en detalles, dificultades que no son insuperables i que no pueden impedir totalmente el empleo de evaporadores múltiples. Me limito a tocar únicamente el punto relativo a la separación de las sales, a la corrosión de los metales i a las incrustaciones sobre los serpentines. Pero la ventaja extraordinaria que se alcanza al trabajar con evaporadores a pesar de todas esas dificultades, sobre todo tratándose de caliche que contenga muchas materias gredosas, queda demostrada con el rendimiento de 70 % obtenido por la oficina Alemania contra el rendimiento de 55 % del antiguo procedimiento. Soy por eso de opinión, de que la industria salitrera debe ocuparse del problema de la introducción de evaporadores en jeneral, aun cuando no se trate de caliche gredoso.

Conviene además citar otra ventaja del trabajo con evaporadores múltiples, i es el hecho de obtener con ellos un salitre mucho más puro, sobre todo uno que contenga menor cantidad de sal de cocina.

En los últimos años se han hecho en la pampa numerosos ensayos con los evaporadores indicados en el párrafo 2. Cito al respecto el procedimiento Prieto Matus i el de Duvieusart. Desgraciadamente, durante mi estada en la pampa, no tuve ocasión de ver en trabajo ninguno de estos sistemas u otros parecidos i en consecuencia no estoy en condiciones de emitir una opinión respecto a cual de los dos sistemas de evaporadores sería de dar la preferencia en la pampa, a pesar de constar el hecho que en la actualidad se trabaja únicamente con evaporadores múltiples.

Considerando la importancia primordial que tiene un mejor rendimiento en la lixiviación, hai que considerar como algo indispensable un estudio comparativo completo de los diferentes sistemas de evaporadores, siempre naturalmente, que no se hayan hecho antes ya investigaciones experimentales o estudios comparativos que autoricen a pronunciarse en favor de los evaporadores múltiples.

Llegamos ahora al caso *b*). Mencionaremos aquí ante todo el procedimiento Allen de la oficina Delaware, que es muy parecido al procedimiento de la «Alemania». También esta oficina posee un caliche muy [gredoso, que se deshace fácilmente por la lixiviación i por eso tampoco admite un cocimiento. Allen dió un paso más, al instalar fuera de los cachuchos los serpentines i al llevar a efecto el calentamiento de las lejías por medio de vapor de escape en pequeños estanques propios, instalados encima de los cachuchos. Esto tiene la gran ventaja, que la desripadura de los cachuchos se lleva a efecto con mayor facilidad i rapidez que antes, porque los trabaja-

dores no se encuentran impedidos en su trabajo por los serpentines. Además no se producen incrustaciones sobre los serpentines de los pequeños estanques para las lejías, pues no se hierve, con lo que se evita la golpeadura molesta i demorosa de los serpentines. En la crinolina de los cachuchos se encuentra un filtro de cascajo i arena. La lejía caliente pasa por debajo del filtro i sube poco a poco. Las lavazas atraviesan los estanques en direccion inversa, es decir de arriba hácia abajo. Antes, pues, que se lleve a efecto la lixiviacion, se somete todo el caliche triturado a una vaporizacion con vapor directo; el vapor entra debajo de la crinolina.

Si en el futuro quedara demostrado que no es posible prescindir de los actuales cachuchos (véase despues el procedimiento Junquera), convendria segun mi opinion investigar a fondo si este procedimiento con caldeo intermedio de las lejías no sería adaptable en jeneral en la pampa, pues tiene sin lugar a duda grandes ventajas.

Llegamos ahora al punto c). Anteriormente dije ya, que el objetivo de todo químico industrial debiera ser la ejecucion continua de todo proceso químico o físico, pues el procedimiento continuo es siempre el mas económico. Ninguno de los procedimientos enunciados en que se emplean cachuchos cumplen con esta condicion, es decir tienen todos una marcha discontinua. Tambien hemos mencionado las desventajas de este trabajo discontinuo, sobre todo la desripiadura demorosa i molesta, que exige mucha obra de mano. Segun mi opinion es indispensable la introduccion de un procedimiento contínuo, que lleve al caliche triturado hácia los disolventes segun el principio de la contracorriente.

La única justificacion posible para el actual método de trabajo con los estanques de lixiviacion es que éstos son hoy dia los únicos aparatos que evitan hasta lo mas mínimo la formacion de borra.

En la oficina «Alemania» se hicieron ensayos con un tambor disolvedor de Krupp que se usa mucho en la industria alemana de sales potásicas. En éste el caliche triturado se lleva por medio de una hélice hácia el disolvente i al mismo tiempo se le calienta por medio de serpentines. Los ensayos fracasaron desgraciadamente por la incrustacion mui rápida de los serpentines, siendo mui difícil apartar las materias incrustadas. Es de lamentar que los ensayos se hayan hecho únicamente con caliche mui gredoso i no con el que contiene poca greda. Seria de desear que se repitieran los ensayos con esta última clase de caliche. Se me dijo sin embargo que se proseguirian los ensayos con este aparato para la lixiviacion fria. El trabajo con estos aparatos presenta la gran desventaja de la formacion de una cantidad considerable de borra al lixiviar caliche gredoso, dependiendo en consecuencia la aplicacion jeneral de tales aparatos o de aparatos semejantes del problema de los filtros.

Además conviene mencionar aquí el procedimiento Trent, por el cual

tambien se cree poder obtener una lixiviacion continua. Este fué ensayado al fin del año pasado en la oficina Bellavista. Desgraciadamente no visité esa oficina, pues ignoraba que ahí se llevaran a cabo tales ensayos i en consecuencia no puedo emitir juicio alguno al respecto.

Cúmplenos ahora tratar sobre otro procedimiento que se basa en una forma completamente distinta a todo lo mencionado hasta ahora. Es el procedimiento del señor Junquera, que se somete en la actualidad a prueba en gran escala en la oficina Galicia de la pampa de Iquique. Segun este procedimiento, se tritura el caliche hasta un tamaño mui pequeño, sin tomar en consideracion la formacion de polvo. En seguida se calienta hasta una temperatura de 120° junto con el polvo en un horno revolvedor como los que se usan para la industria del cemento, en que los gases calientan al horno por el lado de afuera. El caliche así calentado es movido por fuerza mecánica hácia los aparatos de lixiviacion.

Estos son tambores con eje horizontal i de paredes dobles, revestidos de murallas, pero de tal modo, que quede libre un lado para la carga i para la desripiadura. Los gases del horno rotativo pasan por el compartimiento de murallas para mantener así una temperatura alta durante la lixiviacion. El manto interior del cilindro sirve de filtro i dentro de éste se arroja el caliche. Los disolventes tambien se calientan con los gases de escape del horno rotativo. En la envoltura exterior del cilindro se junta la lejía a causa de la fuerza centrífuga jenerada por la rotacion de los tambores. Esta lejía pasa primero a traves de un tubo con agujeros mui finos i rocía el caliche desde el interior. Despues atraviesa la capa de caliche i el paño del filtro. Por un procedimiento mui sencillo es posible que la lejía pase varias veces a traves de la capa de caliche. Para ésto se sumerge el extremo de un tubo arqueado en la lejía que se encuentra en la envoltura exterior, de modo que el arco esté en direccion contraria al movimiento de rotacion. El líquido penetra en el tubo, sube por éste, en la misma forma que una locomotora en marcha puede tomar agua durante el viaje en un estanque instalado entre los rieles. El líquido pasa entónces o bien a traves del tubo distribuidor con los agujeros, atravesando entónces nuevamente la capa de caliche i el filtro, etc., o bien llega al otro tambor, o por último a la cristalizacion si la lixiviacion del contenido de los tambores se ha terminado. Todo este proceso se lleva a efecto solo con dar vuelta una llave de cuatro vias. El vaciado del caliche lixiviado de los tambores se hace automáticamente por medio de un dispositivo mui sencillo. El señor Junquera instaló en total ocho de esos tambores, de modo que está en condiciones de efectuar un trabajo continuo. El espera poder obtener una lejía directamente cristalizabile, pudiendo prescindir de los evaporadores. Para la cristalizacion debieran emplearse aparatos cristalizadores, a fin de acelerar a tal punto este proceso, que exige ahora varios dias, de modo que en la tarde se tenga ya en

la cancha el salitre proveniente del caliche que en la mañana fué llevado a la lixiviación. Para separar el salitre de las aguas madres debieran emplearse centrifugas. La fuerza necesaria se obtiene por medio de una central Diesel.

En el N.º II de la revista *Caliche* de 1922 [se encuentra una descripción de los aparatos lixivadores, en los cuales el líquido pasa a través del caliche en dirección opuesta a la fuerza centrífuga.

Desgraciadamente no tuve ocasión de ver en trabajo esa instalación durante mi visita a la oficina Galicia, pues en ese entonces se ocupaban de la instalación de los aparatos. Sin embargo, todos los caracteres de la instalación hicieron muy buena impresión entre los visitantes de la oficina Galicia que nos encontrábamos presentes. Esa instalación fué proyectada i construida por el señor Junquera en compañía de la conocida firma alemana constructora de maquinarias Fellner & Ziegler, Frankfurt a M. En todo caso, merecen los ensayos del señor Junquera la más alta consideración de parte de los industriales salitreros.

Basándose en sus ensayos de laboratorio i en sus cálculos, cree el señor Junquera alcanzar con su procedimiento las siguientes ventajas:

1.º Mejor aprovechamiento del combustible que hasta la fecha, usando vapor como trasmisor de calor, de modo que se evitarían todas aquellas pérdidas propias del empleo de calderos i cañerías de vapor, con esto se obtendría también las economías consiguientes en el agua.

2.º Economía de tiempo i de obra de mano, sobre todo con la supresión del molesto vaciado de los estanques.

3.º Rendimiento mucho mayor que hasta la fecha, pudiéndose elaborar un caliche más inferior.

4.º Preparación de una lejía clara i directamente cristalizante, que haría superfluo el empleo de evaporadores.

5.º Por último, esta instalación debe ser adaptable para la elaboración de los rípios, que contienen una apreciable cantidad de salitre.

Me hago reflexiones al considerar si esta instalación ofrece ventajas en cuanto a la economía de calor. Lamento no poseer datos respecto a un balance de calor. Volveré sobre el particular al tratar de la generación de fuerza i calor. Pero si esta instalación no ofreciera ventajas con respecto a otras, en lo que se refiere al aprovechamiento del calor i más aun si su aplicación bajo este punto de vista fuere desfavorable, esta desventaja estaría compensada con creces por otras ventajas que posee. De todos modos conviene esperar el resultado de los ensayos del señor Junquera, antes de emitir un juicio al respecto.

Cúmplenos ahora mencionar el procedimiento Poirier. El señor Poirier cree alcanzar un mayor rendimiento en la lixiviación, despedazando aun más el caliche i revolviéndolo durante la lixiviación. No puedo pronun-

ciarme respecto a los éxitos de este procedimiento, porque durante mi estada en la oficina Constancia, cerca de Catalina, donde se iba a efectuar el ensayo, estaban todavía ocupados con las instalaciones.

### CLASIFICACION DE LOS CALDOS

Sigamos el curso de la elaboracion del salitre. Una vez que se ha obtenido un caldo segun los métodos existentes, se conduce este caldo a los chulladores. Aquí tiene lugar la sedimentacion de las partículas flotantes, en parte partículas coloidales de greda, en parte sales no disueltas i otras partículas sólidas. Agregando harina i guano de mula se acelera la sedimentacion de las partículas coloidales, pero esto tiene la desventaja, que el yodo se pone en libertad. Este yodo se pierde en parte i en parte muestra sus características desagradables, corroyendo los aparatos de fierro. Seria en consecuencia de desear, que en vez de emplear harina o guano de mula se usaran otras sustancias que no pusieran en libertad el yodo. Además, la lejía que está saturada con sal de cocina, pero no con salitre, debe enfriarse algo en los chulladores, para que se precipite una parte de sal comun. Como la composicion de los caldos está sujeta a variaciones, es indispensable el conocimiento exacto de su composicion, como tambien de la temperatura mas favorable a la cual se pueden vaciar los chulladores para poder obtener despues en la cristalizacion un salitre de mejor clase.

Me atrevo a poner en duda, si la forma rectangular de los actuales chulladores es la mas conveniente. Soi de la opinion que chulladores de fondo cónico serian los mas adecuados, porque así se podria evitar el vaciado a mano de la borra.

Trabajando con evaporadores se requiere en determinadas circunstancias i segun la composicion del salitre el empleo de chulladores, como en la oficina Delaware. Esta sirven allí como en el antiguo procedimiento para la clarificacion i para la separacion de sal de cocina. En cambio la oficina Alemania no necesita estanques para la separacion de la sal i separa las impurezas por medio de prensas Kelly.

### LA CRISTALIZACION

Despues de clarificar pasa la lejía concentrada a las bateas. La lejía queda aquí hasta diez dias a fin de asegurar una cristalizacion perfecta. En seguida se devuelven las aguas madres a los cachuchos o a los evaporadores. El salitre cristalizado se arroja sobre falcas a fin de que destile el agua madre adherida i se seque al aire libre. Entónces se carga en pequeños carros que corren sobre rieles i éstos se dan vuelta sobre la cancha.

A menudo tambien se esparce el salitre en la cancha con el objeto de continuar secándolo.

Este modo de trabajar tiene los siguientes defectos: duracion mui larga del proceso de cristalización, pérdida del calor que contienen las lejías, movilizacion doble a mano del salitre, adherencia de agua madre a los cristales de salitre, lo que rebaja su grado de pureza, pérdidas de las aguas madres por infiltracion en la cancha i la devolucion de las aguas madres a los estanques de lixiviacion.

Se ignora si la gran demora de la cristalización no envuelva ciertas ventajas, ya que las lejías se evaporan algo, a causa del calor i de la sequedad de la atmósfera reinantes en la pampa. No puedo precisar la importancia de esta ventaja, pero puede tener algun valor.

Se deberia ademas investigar por medio de estudios sistemáticos, si no serian adaptables a la industria salitrera, los aparatos modernos de cristalización, que se han introducido mucho en la industria química para diferentes objetos i que trabajan con enfriamiento i movimiento simultáneo de los líquidos. Con ellos podriase acortar considerablemente el proceso de cristalización. Al mismo tiempo quizás pudiera sacarse alguna utilidad del calor de las lejías, pudiéndose evitar por completo el movimiento a mano del salitre elaborado, si lo arrojaran los aparatos cristalizadores automáticamente sobre una cinta trasportadora, la cual lo llevaria a centrifugas. Ademas es probable que con estos aparatos se obtengan cristales de salitre mucho mas puros. Creo conveniente indicar aquí los vastos ensayos de Bock i Wulff acerca de los procesos de cristalización. (Véase Ullmann, *Enciclopedia de la Química Industrial*, tomo VII, página 259). Una vez arrojado a las centrifugas saldria de aquí para ir a caer a una segunda cinta instalada bajo dichas centrifugas i de aquí seria conducida a la cancha de la fábrica.

Una instalacion mui hermosa con centrifugas i transporte del salitre seco por medio de una cinta a la cancha vi yo en la oficina Peña Grande (Dupont & Co.)

Especialmente aquellas oficinas que procuran elaborar un salitre mui puro para la industria química debieran contar con centrifugas.

La devolucion de las aguas madres a los estanques de lixiviacion, hoi tan en boga, donde no se trabaja con evaporadores, es inconveniente. De todos modos es mejor emplear la cantidad correspondiente de agua del tiempo, que tiene un mayor poder disolvente sobre las sales contenidas en el caliche, que las aguas madres salinosas. Al mismo tiempo es mas conveniente conducir las aguas madres junto con caldillos de los cachuchos a los evaporadores. Actualmente se concentran las aguas madres en los estanques por medio de evaporacion para ganar el salitre que contienen i ésto como hemos dicho anteriormente debe en todo caso evitarse. En la oficina

Peña Grande se ejecutan actualmente vastos ensayos para concentrar las aguas madres por sí solas i por efecto doble. Las aguas madres así concentradas se someten a una segunda cristalización. Solo las aguas madres de la segunda cristalización vuelven a los cachuchos.

Todo el problema del empleo subsiguiente de las aguas madres se encuentra resuelto al usar evaporadores para los caldillos, como ha quedado demostrado en el caso de la oficina Alemania.

## LA JENERACION DE FUERZA I DE VAPOR DE CALEFACCION

La jeneracion de fuerza i de vapor de calefaccion se caracteriza en las oficinas salitreras por tener lugar separadamente; es decir hai una instalacion propia para la jeneracion de luz i fuerza en forma de enerjía eléctrica i hai otra para el vapor de calefaccion. En oficinas mui anticuadas se encuentran todavía pequeñas máquinas a vapor sin condensacion para hacer funcionar bombas i otras maquinarias. Estas máquinas a vapor reciben vapor de los calderos por medio de largas cañerías. Pero tales oficinas son en la actualidad mui escasas. Una gran parte jenera ahora enerjía eléctrica en una central por medio de máquinas a vapor. Esta enerjía se conduce a los electromotores para poner en movimiento las diferentes maquinarias i aparatos i sirve tambien para el alumbrado. Ultimamente se han reemplazado mas i mas esas centrales a vapor por centrales Diesel. No hai lugar a duda que el motor Diesel supera con demasía a la máquina i tambien a la turbina a vapor que trabajan con condensacion i cuyo vapor de escape, como es comun en la pampa, no se utiliza. Esta implantacion significa un gran progreso. Aparte de estas centrales para la jeneracion de enerjía eléctrica para fuerza i luz se encuentran tambien calderos de baja presion para la jeneracion del vapor de calefaccion necesario. Estos son por lo comun los calderos corrientes con dos tubos de llama.

Segun las actuales leyes de la economía de calor, no se debe por ninguna causa separar en una fábrica la jeneracion de vapor de calefaccion i de fuerza, porque está suficientemente demostrado, que su jeneracion comun posibilita una utilizacion del combustible hasta un 75%, de modo que una instalacion así supera aun el efecto útil del motor Diesel, que alcanza a un 33%. I esto ocurre especialmente porque en la pampa no se utiliza el calor de escape de estos motores i dificilmente se podrá sacar en el futuro algun provecho de él a causa de su baja temperatura. Los calderos con tubos de llama, tan comunes en la industria salitrera aprovechan solamente un 60% de la enerjía del combustible.

La instalacion mas económica para la jeneracion de fuerza i de vapor de calefaccion es en la actualidad una batería de calderos de alta presion

con tubos de agua inclinados, que esté provista de un economizador de un recalentador en combinacion con una turbina de contra-presion, a saber, una turbina, cuyo vapor de escape tiene todavía cierta presion i se aprovecha para fines de calefaccion. A continuacion indicaré los puntos de vista mas importantes de este problema:

1.º Toda instalacion técnica, como tambien toda instalacion de calderos, trabaja con tanta mayor economía, cuanto mas grande sea. Por esto es conveniente reunir en una sola instalacion la jeneracion de vapor para fuerza eléctrica i para calefaccion, aun cuando en una oficina salitrera corresponde a la jeneracion de fuerza solo una pequeña parte del consumo total del combustible, en jeneral un 10 %. Deben, en consecuencia, desaparecer en lo posible todas las locomotoras a vapor i de motor i ser reemplazadas por locomotoras eléctricas, cuya enerjía deberia tambien ser producida en la central.

2.º Calderos de alta presion con tubos inclinados en la forma que se usan para las turbinas a vapor, aprovechan mucho mejor la enerjía del combustible que los antiguos calderos con tubo de llama.

El defecto mas grave que en la pampa tendria la aplicacion de ellos, seria el hecho de que solamente pueden ser alimentados con agua mui pura i por eso habria necesidad de tomar para su alimentacion en lo posible el agua condensada, que en la actualidad, en muchas oficinas que carecen de buen agua potable, se emplea para beber. El caldero con tubos de llama es fácil de asear, cuando en él se han depositado incrustaciones, por no haberse alimentado con agua pura o condensada, cosa que es difícil hacer en un caldero de tubos inclinados.

La turbina de vapor es como se sabe en cuanto a efecto útil superior a la vieja máquina de émbolo. Si trabajamos aprovechando el vapor de escape no se derrocha aquella enerjía que al trabajar con condensacion se pierde en el agua refrigerante, sino que se aprovecha para fines de calefaccion. Este es el motivo principal por el cual la jeneracion de vapor de calefaccion i de fuerza debiera reunirse en una sola. La enerjía que se pierde con el agua de condensacion al trabajar sin aprovechamiento del vapor de escape, no hace disminuir en el caso en que se trabaja con aprovechamiento del vapor de escape el efecto útil de la turbina en relacion con la enerjía contenida en el combustible. Tratándose del aprovechamiento del vapor de escape podemos decir, que si el aprovechamiento total de la enerjía del combustible alcanza a un 75 %, la turbina trabaja con mas o ménos el mismo rendimiento, i esto ocurre, porque la enerjía suministrada por el caldero a la turbina se convierte en ésta segun su caida de tension, en una cantidad de enerjía mecánica correspondiente, aparte naturalmente de las pequeñas pérdidas por friccion e irradiacion. El motor Diesel en cambio aprovecha solamente un 33 % de la enerjía del combustible.

En el último tiempo se han construido en Alemania calderos hasta de 60 atmósferas, lo cual hace pocos años se consideraba algo inaudito. Por este medio se está ahora en condiciones de repartir en fuerza i en vapor de calefaccion la energía jenerada en el caldero dentro de vastos límites. A esto puede agregarse la ventaja ya mencionada, que cuanto mas alta es la presión de vapor, tanto mas favorable es el efecto útil del caldero.

La turbina tiene ademas la gran ventaja que su costo de adquisicion i de montaje es mucho mas reducido que el del motor Diesel para la misma capacidad, i sobre todo que su peso está mui distante de el motor Diesel. Ademas requiere mui poca asistencia i en oposicion al motor Diesel le basta un personal poco práctico para ser servida. El motor Diesel en cambio exige una asistencia mui prolija i en consecuencia un personal apto.

Ademas el aceite de combustion que requieren los motores Diesel es mas caro que aquel que se quema por lo jeneral en los calderos. Aquél debe ser mas puro para evitar que los cilindros se ensucien.

Solo pude ver en la pampa una sola oficina cuyas instalaciones para la jeneracion de fuerza i vapor de calefaccion correspondian a los puntos arriba citados. Me refiero a la oficina Peña Grande (Dupont & Co.)

## ECONOMIZADORES

En varias oficinas seria posible alcanzar algunas economías en el combustible, sin grandes gastos, con la instalacion de economizadores. Estos serian adaptables en primer lugar en aquellas oficinas donde no vuelve a los calderos agua condensada mui caliente i tambien ahí donde los calderos se alimentan por lo comun con agua del tiempo. Este último caso presupone naturalmente el empleo de agua purificada. La introduccion de economizadores depende hoi dia de las condiciones locales. Con un caldero que es alimentado exclusivamente con agua de temperatura normal se obtiene una economía de un 10% sin dificultades.

## LA PURIFICACION DEL AGUA

Correspóndenosen ahora ocuparnos del asunto de la purificacion del agua. Una gran parte de las oficinas salitreras disponen solo de agua mui impura i abundante en sal i se ven por lo tanto en la necesidad de purificarla para usarla en sus calderos. Segun los actuales métodos de la purificacion del agua se requiere para ello, cal, soda i soda cáustica, productos químicos éstos que son mui caros en la pampa. Hace algunos años se descubrió en Alemania un procedimiento para la purificacion del agua que

consiste en el empleo de zeolitas artificiales, llamadas en la práctica permutita. Este es un silicato de sodio i de aluminio con agua, que tiene la propiedad de cambiar su sódio por las bases contenidas en el agua, calcio, magnesio, hierro, manganeso, etc., de modo que despues de la purificacion del agua solo contiene ésta algunas sales de sodio solubles que no forman incrustaciones. Las permutitas de calcio, magnesio, hierro i manganeso así formadas son fáciles de convertir a su estado primitivo, es decir en permutita de sodio empleando una solucion concentrada de sal de cocina. Así se requiere solamente sal comun, tan barata, para llevar a efecto la purificacion del agua. Este procedimiento se ha jeneralizado mucho en Alemania i en los Estados Unidos. En la pampa posee la oficina Peña Grande un establecimiento de esta índole i convendria investigar si no se podria estender el uso de este método.

### JENERALIDADES

Resulta casi superfluo considerar que en toda fábrica moderna bien dirigida es necesario prodigar gran atencion a la asistencia de los aparatos, máquinas, cañerías, válvulas, etc. Una máquina funciona bien únicamente, es decir, se obtiene de ella el mas alto efecto útil cuando todas sus partes funcionan bien i esto requiere naturalmente una vijilancia prolija i permanente. ¡Qué cantidad de combustible se derrocha en mas de una oficina a causa de que las uniones de las cañerías de vapor no están bien cerradas, o por falta de personal práctico para los fogones, o por motivo de las grietas en las murallas de los fogones, por escaso o demasiado acceso de aire bajo los calderos, por aislacion imperfecta o por falta de ella en las cañerías de vapor o en los estanques de lixiviacion! Hai todavía muchas oficinas que trabajan con estanques no aislados. Cada metro cuadrado de plancha no aislada requiere para la mantencion de una temperatura interna de 100° en los estanques i a una temperatura atmosférica de 30° mas o ménos 1½ kilos de vapor de 5 atmósferas por hora. En una evaporacion óctuple con 1,600 metros cuadrados de superficie esterna i considerando un precio de \$ 20 por quintal de petróleo, alcanza esta pérdida a 6½ quintales de petróleo por hora o sean \$ 130 en una oficina cuya produccion sea de 50,000 quintales mensuales.

Otro punto mui importante i que se descuida mucho en la pampa es el control exacto i permanente de su funcionamiento. No basta establecer que una oficina ha consumido por cada quintal de salitre producido, tantos quintales de combustible, tantos de agua i tantos pesos en jornales, sino que para mejorar el funcionamiento es necesario saber con exactitud qué

parte de todos los gastos corresponde a cada una de las fases de la fabricacion.

Ademas vi mui pocas oficinas que usaran medidores de vapor para el control de su funcionamiento e igualmente habian mui pocas que controlaran su combustion permanentemente empleando ensayadores automaticos para el humo.

#### RAPARTICION DE LOS GASTOS EN LA PRODUCCION DEL SALITRE

En cinco oficinas distintas que visité me fueron dadas las siguientes cifras:

	I	II	III	IV	V
Estraccion del caliche de la pampa.....	23 %	31 %	23 %	38 %	24 %
Trasporte del caliche a los chanchos....	17	16	5	21	8
Elaboracion del salitre.....	46	42	52	37	57
Gastos jenerales.....	14	11	20	4	11

Ante todo podemos observar en estos porcentajes relativos la desigualdad de condiciones entre las diferentes oficinas. No debemos ademas comparar estos números directamente entre sí por las siguientes causas:

1.º La manera de calcular es diferente entre oficina i oficina. Así, en el ejemplo III están tambien comprendidos bajo el 20 % de los gastos jenerales las pérdidas en la pulpería para trabajadores i empleados.

2.º Las cifras del porcentaje en un ejemplo tienen relacion directa entre sí. Suponiendo que una oficina introduzca un procedimiento de lixiviacion que con la misma capacidad reduzca a la mitad sus gastos, pero sin alterar ninguno de los otros procedimientos, es natural que suban las cifras correspondientes a la estraccion de la pampa, al acarreo i a los gastos jenerales.

3.º Las cifras citadas son relativas, no nos dicen nada acerca del precio absoluto de produccion por quintal de salitre.

De los gastos de produccion corresponden a los gastos de combustible en el

Ejemplo.....	III	IV	V
	24 %	21,5 %	25 %

No poseo desgraciadamente los datos para los ejemplos 1 i 2, pero se puede decir que en total los gastos de combustible alcanzan desde 20 hasta 25 % de los gastos totales.

Mas o ménos la mitad de los gastos de elaboracion del salitre corresponden al combustible. Pues como hemos visto, ascienden los gastos de elaboracion del salitre desde 40 i hasta 50 % i los del combustible de 20 hasta el

25 % de los gastos totales. Casi todo el combustible (90 %) sirve únicamente para la jeneracion del vapor calentador, que se usa esclusivamente para la elaboracion. La fuerza jenerada por los 10 % restantes se utiliza tambien en parte para la elaboracion.

Los salarios juegan un papel mui importante en los gastos totales, habiendo subido mucho en los últimos dos años. En una oficina que visité alcanzaban en Enero de 1919 a un 49 i en Diciembre de 1920 a un 62 % de los gastos totales. En otra oficina alcanzan a la fecha a un 40 %. En término medio, se puede decir que alcanzan a la mitad de los gastos totales de elaboracion.

Los porcentajes relativos de la reparticion de los gastos en los cuales están comprendidos los salarios i el combustible en cada una de las fases de produccion del salitre, nos indican que debemos economizar en primer lugar en la estraccion del caliche en la pampa i en la elaboracion del salitre del caliche para poder reducir en lo posible los gastos totales. Los ejemplos I, II i IV en comparacion con III i V nos demuestran que tambien puede abaratare considerablemente en mas de una oficina el acarreo del caliche. I ésto especialmente suprimiendo del todo el transporte con mulas. Tambien es posible, segun me dijeron varios administradores, alcanzar muchas economías en los gastos jenerales.

Considerando las condiciones estraordinariamente diferentes entre las diversas oficinas, es imposible emitir un juicio jeneral respecto al porcentaje que se pudiera alcanzar en la disminucion de los gastos de produccion del salitre. Es así tambien imposible decir a qué precio mínimo éste podria ser producido, tanto mas que esta cuestion depende de numerosos ensayos i trabajos que aun no han encontrado solucion i ademas lo es tambien por el hecho que ninguno de los problemas tocados puede ser considerado aisladamente, sino que están estrechamente ligados unos a otros. Solamente menciono la relacion que existe entre el abaratamiento del trabajo en la pampa i un procedimiento de lixiviacion mejor.

## SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA SALITRERA

### I.º EL YODO

El yodo se preparaba i se prepara aun en las distintas oficinas cortando las aguas madres con bisulfito de sodio. Ultimamente las oficinas han optado por no preparar la solucion de bisulfito de sodio con anhídrido sulfuroso gaseoso i una lejía de soda, sino que introduciendo el anhídrido sulfuroso directamente en las aguas madres i neutralizando el ácido sulfúrico formado con soda.

En la fabricacion del yodo hai todavía un gran inconveniente. Este consiste en que los análisis están en contradiccion con el rendimiento efectivo. Se ignora si la diferencia entre el rendimiento efectivo i la cantidad calculada, basándose en los análisis proviene en primer lugar de pérdidas de yodo en la fabricacion, que todavía no se conocen, o de falsos métodos analíticos, o de ámbas causas. Este problema ofrece un vasto campo de trabajo para un laboratorio científico.

La introduccion del anhídrido sulfuroso hecho por combustion de azufre, en la solucion de soda, en las aguas madres se lleva a efecto en parte por medio de inyectores a vapor o por bombas con émbolo o con aletas. Estas últimas son de preferir. Ultimamente la oficina Moreno (Compañía Salitrera de Taltal) instaló una torre regadora para la saturacion de las aguas madres con anhídrido sulfuroso en la misma forma empleada por la fabricacion de la soda Solvay para la saturacion de la salina amoniacal con anhídrido carbónico.

Un punto mui importante en la fabricacion del yodo es el que se refiere a la neutralizacion completa de las lejías de las cuales se precipitó el yodo. Estas lejías vuelven a la elaboracion i pueden dar origen a la corrosion de las cañerías i envases de fierro si contienen componentes ácidos.

Hace años que en Chile las opiniones están discordes, sobre si la actual política de la Combinacion del Yodo es provechosa o perjudicial para el país. Me atrevo a pronunciarme en favor de la primera opinion. Si existiera para el yodo mercadò libre ahora, en poco tiempo habria tal exceso de produccion que la elaboracion del yodo dejaria de ser un negocio para cada oficina. Con eso apénas aumentaria el consumo, pues el empleo del yodo en la industria química es hoi dia mui limitado. El yodo se usa casi exclusivamente para productos farmacéuticos en los cuales su precio no tiene casi importancia, pues estos productos alcanzan altos precios en la venta al por menor. En la demas industria química, como en la industria de las materias colorantes solamente se emplea para mui pocos colores. Son éstos la eritrosina azul i amarilla (Dijodfluorescein, Tetrajodfluorescein) rose bengale (Tetrajoddichlorfluorescein) i (Tetrajodtetrachlorfluorescein) i para azul de quinolina (cianina) que sirve como sensibilizador en las placas fotográficas. Pero todos éstos son colores que no tienen un empleo tan vasto como el índigo o la alizarina u otros colores.

La Combinacion del Yodo ha ofrecido un premio hace poco para el descubrimiento de nuevas aplicaciones del yodo. Como me manifestó un miembro de la Combinacion, ésta seguramente estaria dispuesta a acordar un precio especial para el caso de que se descubriera una aplicacion del yodo en un producto de gran consumo que tuviera que espenderse a bajo precio en el mercado i que no pudiera soportar el alto precio actual del yodo.

Lo mismo que a Chile con su riqueza de yodo le sucede a Alemania i a los Estados Unidos con su exceso de bromo, subproducto de la industria de sales potásicas, i de unas salinas norteamericanas, para el cual hasta la fecha no hai aplicacion suficiente. Miéntas el precio del bromo no estuvo regulado por acuerdos, tenian lugar las mas violentas batallas en los precios. He aquí algunos ejemplos mui ilustrativos:

Antes de iniciarse la fabricacion en Stassfurt (1865):

Por 1 kilo, 90 a..... 95 Marcos oro

Despues de iniciada la fabricacion en Stassfurt

Por 1 kilo, 40 a..... 46 Marcos oro

En 1867 » 1 » ..... 12 » »

A causa del exceso de produccion en América bajó aquí el precio en el año 70 hasta 1.20 marcos oro. En 1874 se pagaban en Stassfurt, 2,30 i 2.40 marcos oro. Desde esa fecha sufrieron los precios fuertes oscilaciones. A principios de este siglo subió el precio en Alemania a 3.50 marcos oro. En 1908 se pagaba en Alemania a causa de la competencia con los americanos ménos de 1 marco. Despues se terminó la guerra del bromo entre Alemania i los Estados Unidos la que solamente habia acarreado perjuicio a ámbos bandos, sucediendo en seguida una estabilidad de precios. (Véase Ullmann, *Enciclopedia de la química industrial*, Tomo III, página 107).

## 2.º EL SALITRE POTÁSICO

Hai numerosas oficinas cuyo caliche contiene potasio. Estas son principalmente las que se encuentran en la pampa de Taltal. El salitre elaborado en estas oficinas contiene por consiguiente una cierta cantidad de nitrato de potasio. Una parte considerable del potasio queda en los rípios por los mismos motivos que queda tambien el nitrato de sodio.

Existe ahora el caso curioso, que el comercio mayorista no abona a las oficinas un mayor precio por el salitre que contenga potasio si éste tiene ménos de un 18% de nitrato de potasio.

Por cada por ciento de nitrato de potasio sobre 18% se les paga a las oficinas actualmente 4 peniques. No conseguí oír nombrar en la pampa ningun argumento sólido en pro de este hecho. Segun mi opinion, todas aquellas oficinas que producen salitre potásico, debieran empeñarse en que se les abone el contenido de potasio, aun cuando éste no alcance al 18%. Pero si esas oficinas se encontraran con dificultades insuperables, seria de todos modos mas conveniente para ellas, vender su nitrato de potasio en

forma de nitrato mezclado, que contenga más de 18% de potasio, o venderlo como salitre potásico puro. La oficina Moreno (Compañía Salitrera de Taltal) intenta introducir en el mercado, despues de la prosecucion de los trabajos, un nitrato mezclado con mas o ménos un 30% de nitrato de potasio como tambien nitrato de potasio puro. Se han terminado ya los estudios de los procedimientos de cristalización correspondientes. Tambien la oficina Delaware se ocupó durante la guerra, época en que hubo gran escasez de sales potásicas alemanas, con la preparacion de salitre potásico i de nitrato mezclado.

Para estas oficinas seria de considerar en primer lugar para la venta, de sus nitratos de potasio i de sus nitratos mezclados a la agricultura chilena, que dentro de algunos años mas tendrá forzosamente que dedicarse a un cultivo intensivo. Despues deberian considerar los Estados Unidos que tienen bastante necesidad de sales potásicas, especialmente para sus plantaciones de algodon, suponiendo naturalmente que el potasio chileno en forma de nitrato mezclado i de salitre potásico puro no resulte mas caro que una cantidad equivalente de potasio aleman.

### 3.º PERCLORATO I ÁCIDO BÓRICO.

Ambas combinaciones se encuentran en mui poca cantidad en casi todas las especies de caliche, de modo que en vista de su bajo precio su elaboracion ocupa en comparacion con la del yodo un lugar mui inferior. Dije ya anteriormente que la Compañía Salitrera de Tocopilla intenta elaborar perclorato para fines explosivos.

La oficina Moreno ha delineado un procedimiento mui sencillo para la elaboracion simultánea de ácido bórico i de perclorato de potasio en la preparacion del salitre potásico. Con él se aprovecha la diferencia del peso específico entre los cristales livianos del ácido bórico i los pesados del perclorato de potasio.

Ademas, la Compañía Salitrera de Taltal intenta introducir en el mercado tambien otros productos, especialmente soda i potasa.

### POSICION I ASCENDIENTE QUE TIENEN EL QUÍMICO I EL INGENIERO FRENTE A LA ADMINISTRACION DE LAS OFICINAS SALITRERAS.

Para el porvenir de esta industria es este asunto, segun mi opinion, de tal importancia, que debiera haberlo colocado al principio de esta esposi-

cion. Al hablar yo a continuacion, de químicos e ingenieros, comprendo entre ellos personas con estudios universitarios, o de escuelas técnicas superiores, o tambien aquellas personas que por medio de estudios propios han adquirido los conocimientos que proporciona una Universidad o una escuela técnica superior.

Los empleados dirigentes de las oficinas salitreras a quienes corresponde la decision i responsabilidad de asuntos netamente técnicos i comerciales, son personas que han salido casi exclusivamente de las esferas comerciales. En 15 oficinas distintas encontré solo un administrador que fuera ingeniero.

No se encuentran palabras suficientemente severas para condenar este sistema. Pero quiero espresamente dejar constancia en esta parte, que no ataco a personas, sino que a sistemas exclusivamente. Como los administradores han salido de esferas comerciales i se han familiarizado con los trabajos técnicos de las oficinas salitreras, carecen naturalmente en la mayoría de los casos de los conocimientos científicos i técnicos mas elementales. Pero no quiero silenciar, que he conocido administradores que han adquirido buenos conocimientos en la materia por medio de un asiduo estudio propio i seria naturalmente del todo incorrecto aseverar que personas sin título no puedan tener muy buenas ideas técnicas o no puedan hacer observaciones exactas. Muchos ejemplos hablan en favor de ésto en la historia de la técnica. Mencionaré solamente la invencion de la locomotora por Robert Stephenson i el perfeccionamiento fundamental del motor a gas por Otto. Ambos eran personas sin título. Pero todos estarán acordes en reconocer, que para la ejecucion i el perfeccionamiento posterior de aquellas ideas ingeniosas, ha sido el ingeniero del todo indispensable. En otras palabras, una fábrica de locomotoras o de motores a gas no podria subsistir sin ingeniero i tendria que cerrar sus puertas en breve plazo. Las asombrosas obras de la industria moderna solamente han sido posibles por la cooperacion del químico, del físico i del ingeniero.

Pero lo peor en la industria salitrera no es tan solo el hecho que la direccion técnica se encuentre en manos de no técnicos, sino que tambien el caso de que la mayoría de las oficinas trabaja sin químico i sin ingeniero.

No basta tampoco que una oficina tenga su químico i su ingeniero, si éstos no ocupan el puesto que les corresponde con la remuneracion respectiva. Despues de todo ningun químico ni ingeniero se sentirá bien en su puesto, si constantemente debe aceptar indicaciones, a menudo absurdas, de personas para quienes las ciencias naturales son materias desconocidas i que no tienen sentido de comprension para las proposiciones que se les haga en pro del mejoramiento de la industria.

No habrá químico ni ingeniero, que estimando algo su honor profesional permanezca algun tiempo en un puesto así. Consecuencia del sistema

actual es una rotativa continua i en efecto en ninguna de las oficinas que tuve ocasion de visitar existia un personal técnico antiguo. I solamente con un personal así puede alcanzar una industria con el tiempo resultados satisfactorios. Estuve yo en dos oficinas, en las cuales en las reuniones mensuales de los administradores, para conferenciar sobre experiencias técnicas, se esclusiã, en una a los ingenieros i en la otra al único químico. Esto mas que una relacion verídica, parece una broma de mal gusto. Es ademas necesario considerar aquí, que todo aquel que llega por primera vez a la pampa, necesita por lo ménos seis meses i hasta un año para familiarizarse con el trabajo, acarreado en consecuencia muchos inconvenientes los cambios en el personal, lo que naturalmente debiera evitarse en lo posible.

Demas está decir que un químico debe tener a su disposicion un laboratorio bien provisto i una biblioteca científica para poder siquiera ejecutar algo útil. Yo no vi en la pampa un laboratorio, ni mucho ménos una biblioteca científica, que correspondieran a las exigencias modernas. Como hasta ahora la direccion de las oficinas salitreras se encuentra esclusivamente en manos de comerciantes, todo químico tropieza desde un principio con negativas en sus peticiones a favor de un mejoramiento de su laboratorio. Ademas los comerciantes esperan que los gastos de un laboratorio de esta especie, en lo que se relaciona con fines de investigacion i no analíticos, sean compensados en lo posible en el término de un año, sin pensar que ésto en la mayoría de los casos es imposible. Si citamos por ejemplo la historia del índigo sintético, para mencionar solo un caso de la química industrial, se verá el largo tiempo que trascurre desde el dia en que un químico se ocupa en el laboratorio de un problema hasta aquel en que se alcanza un éxito comercial. Durante años trabajó Adolfo von Bayer en la síntesis del índigo artificial i cuando hubo terminado felizmente su síntesis, transcurrieron largos 17 años, hasta que la Badische Anilin und Sodafabrik pudo hacerse cargo de la fabricacion del índigo sintético i despues de un sinnúmero de penosos ensayos. Hago mencion de este ejemplo, aunque soi de la opinión que un laboratorio científico en la industria salitrera se costearía mucho mas pronto, pero este ejemplo nos ha de demostrar que no debemos desalentarnos en ninguna circunstancia por los malos resultados o por los gastos cuando se quiera lograr un éxito técnico. Mui a menudo oí decir en la pampa: «si hemos gastado tanto en ensayos i nunca hemos conseguido algo realmente». Bien, nadie negará que en la pampa se ha gastado mucho en ensayos i que la mayoría de todos ellos no han conducido a un éxito, éste es un hecho cuyas causas hai que buscarlas en nuestra humana imperfeccion. Pero tambien es un hecho, que gran parte de esos ensayos fueron ejecutados en los años anteriores por los tales «prácticos» sin la ayuda de un químico o un ingeniero i en los cuales un químico o un ingeniero pudieran

haber predicho con certeza que estaban destinados a un fracaso. No basta hacer ensayos a ciegas si no se ejecutan sobre la base de una concepcion clara de los procesos químicos i físicos i de una reflexion científica, técnica i sistemática. Debemos aquí desviar nuestra atencion de los tales descubrimientos casuales. Estos pueden favorecer a cualquiera, pero en ellos no puede basarse ninguna industria i mucho ménos una, que necesita con urgencia grandes mejoras.

Otro gran defecto en la organizacion es, pedir de un químico a quien está encomendada la vijilancia de los trabajos corrientes, que aparte de ésto se dedique a trabajos científicos en el laboratorio, sin poner a su disposicion un jóven químico o bien personal suficiente con preparacion técnica para que lo secunde. Quién debe mortificarse desde la mañana a la noche con trabajos corrientes, podrá difícilmente ejecutar con éxito trabajos científicos si no tiene a su lado la ayuda necesaria.

Ademas es tambien indispensable que los químicos e ingenieros de mas alta graduacion ocupados en la industria salitrera tengan ocasion de hacer un viaje a Europa o a los Estados Unidos cada cierto número de años para estar al corriente de todos los progresos alcanzados en la fabricacion de máquinas i aparatos.

Me corresponde tocar al final de mi esposicion otro punto importante. Hemos visto que en la pampa se han hecho numerosos ensayos en uno u otro sentido. Desgraciadamente, durante mi viaje, pude observar que con frecuencia el personal de diferentes oficinas no estaba informado, o lo estaba en forma defectuosa, acerca de los ensayos llevados a efecto en otras oficinas. Muchas veces oí las quejas de ingenieros i químicos, acerca del hecho, de que no se les daba ocasion para hacer viajes de estudio en la pampa. ¡Cuánto ensayo inútil, cuánto dinero gastado en vano se hubiera podido economizar i cuántas esperiencias valiosas hubieran podido comunicarse entre sí los técnicos de la pampa, si en la direccion exclusivamente comercial de las oficinas hubiera habido un poco mas de comprension para estos problemas! Esto debe subsanarse a fondo.

Para el futuro desarrollo de la industria chilena del salitre creo indispensable las siguientes reformas:

1.<sup>o</sup> La direccion de una oficina salitrera debe dividirse en una puramente comercial i en otra puramente técnica. Creo mas conveniente, que el director técnico sea un químico, que tenga a su lado a un ingeniero, i no a la inversa, porque un químico está mas capacitado para familiarizarse con el trabajo del ingeniero i no el ingeniero con el del químico, ya que en la mayoría de los casos los ingenieros carecen de los conocimientos químicos mas elementales.

2.<sup>o</sup> Seria conveniente ejercitar entre las compañías de salitre que estan a igual nivel técnico, especialmente entre aquellas que no han mez-

quinado medios para nuevos ensayos, un intercambio activo de experiencias. Seria mui difícil hacer extensivo ésto a toda la industria salitrera, pues no se puede pedir que aquellas compañías que han contribuido con abundantes medios para ensayos, pongan sus experiencias a disposicion de aquellas que nunca quisieron gastar un centavo con tal fin. Esto último seria realizable contra el reembolso correspondiente.

3.<sup>a</sup> Se debiera tambien procurar que esta comunidad de intereses consistente en un intercambio de experiencia elaborara entre sí un programa definido de ensayos para la solucion de los problemas que corresponden a cada oficina, a fin de que el mismo ensayo no sea ejecutado varias veces en distintas oficinas i con grandes gastos. Así talvez, podria una oficina ocuparse con el problema de cual es la mejor máquina barrenadora, otra pudiera ensayar un sistema definido de evaporadores, etc., etc.

4.<sup>a</sup> Toda la industria salitrera o una comunidad de intereses de diferentes compañías debiera bajo todas circunstancias, idear el plan de la fundacion de un establecimiento de ensayos, sobre todo si la idea señalada en el punto 3.<sup>o</sup> no fuera realizable por cualquier motivo. Este establecimiento de ensayos debiera instalarse en lo posible en una rejion con caliche de mala calidad, ya sea trasformando algun establecimiento existente en esa rejion o edificando un nuevo establecimiento a base de todas las experiencias e innovaciones que se hayan introducido hasta ahora en la pampa. Naturalmente que un establecimiento de esta índole debe estar provisto de un laboratorio de primera clase i con todos los accesorios correspondientes a un establecimiento de investigacion. Un gran número de industrias de otros países han adoptado este sistema sin que les haya pesado. Recordaré solamente los numerosos institutos de investigacion que ha creado la industria alemana o que se han establecido con fondos del Estado. Así tenemos los institutos de investigacion para carbon, fibras, sales potásicas, cueros, papel, materias colorantes, física i química industrial, que menciono solo para nombrar algunos.

En la esposicion precedente he demostrado que actualmente se hacen en la industria salitrera un gran número de valiosos trabajos i que hai bastantes posibilidades para reducir considerablemente el costo de produccion del salitre. Si la industria salitrera se decide alguna vez a facilitar jenerosamente el dinero necesario para su mejoramiento, admitiendo al químico i al ingeniero en la posicion que les corresponde, no habrá motivo para mirar con pesimismo su porvenir, a pesar de la competencia siempre creciente que le hacen sus rivales, los productos azoados sintéticos. Al contrario, es de presumir que ante la demanda creciente de abonos azoados en el mercado mundial, conserve su puesto frente a los productos artificiales.

*Rectificacion.*—En mi esposicion del 23 de Enero de 1922 incurri en una equivocacion que tuvo su oríjen en un error de imprenta en una infor-

macion que recibió la Compañía Salitrera de Taltal de la Asociación de Productores de Salitre. El precio del sulfato de amonio en los Estados Unidos no es de 6.28 libras sino que de 13 hasta 14 libras; corresponde entonces al precio en Francia e Inglaterra.

CURT REISENEGGER.

---

---

## Método moderno de aprovechamiento del Carbon

Conferencia dictada en la Universidad de Chile por el profesor señor Paul Krassa.

Señores:

No es un mero deber de cortesía el que me induce a dedicar mis primeras palabras para agradecer al Centro de Estudiantes de Ingeniería de Minas la jentileza que ha tenido al rogarme que tome la palabra en una de las conferencias del ciclo, que, tan felizmente, ha iniciado.

I al manifestar mis agradecimientos, saludo con particular placer esta iniciativa, pues ella da ocasion para tratar materias de interes jeneral, i oportunidad de colaborar, de esta manera, en el desarrollo de la vida estudiantil.

He elejido, para esta conferencia, un tema que forma parte de la Química Industrial, pero que, por su importancia, sobrepasa los límites de ella. El carbon i su explotacion constituyen la base de toda industria. El gasto del carbon, del calor i del vapor que él puede producir, son factores determinantes en todo cálculo económico. Salta a la vista, pues, que cualquiera mejora introducida en este campo, tiene un alcance incalculable.

La cuestion de la economía del carbon tiene talvez mayor importancia, desde otro punto de vista, i este es: el económico-político. El carbon es el resto de la vejetacion de épocas pretéritas, vejetacion que surgió en la Tierra gracias al calor irradiado por el Sol, i es por eso, que el carbon representa, para nosotros, una fuente acumulada de enerjía solar, de la cual podemos disfrutar hoi dia.

Por desgracia, este manantial de energía no es inagotable, i confesemos, que, a menudo, se le ha usado con derroche. Si comparamos la cifra de la existencia mundial de carbon con la de su consumo anual i por habitante, fácil es convencerse de que todavía dispondremos de carbon por muchos años; pero es preciso recordar, al mismo tiempo, el largo número de siglos que se ha necesitado para su formacion i veremos así que esa cantidad es bien pequeña, relativamente.

Con seguridad, se hallarán nuevos yacimientos de carbon, se aprovecharán otras fuentes de energía; pero no debemos olvidar que el consumo anual tambien crece en gran proporcion, con el tiempo. Por consiguiente es nuestro deber seguir el camino mas económico para no despilfarrar la riqueza entregada en nuestras manos. I hai que agregar otra razon. No es la única mision del carbon, la de suministrarnos calor al quemarse bajo nuestras calderas. El contiene valiosos componentes que pueden tener una aplicacion mas importante i de aquí nace el problema de la elaboracion de esos productos, para lo que es conveniente seguir el camino mas racional. Esta senda no es única, para todos los casos, i así veremos mas adelante, que, con razon, se emplean a menudo métodos diametralmente opuestos, ya que así lo son los fines que se persiguen.

Antes de entrar en la materia propiamente dicha, séame permitido que diga algunas palabras sobre los últimos resultados teóricos obtenidos en la química del carbon.

Siempre hemos podido constatar que la esperiencia práctica i la ciencia se fecundan mutuamente. Así, la evolucion de la práctica ha dado motivo a nuevos trabajos científicos sobre el carbon, i estos, precisamente, han tenido influencia considerable en el desarrollo de los procedimientos técnicos equilibrando, sobradamente, los esfuerzos i gastos efectuados en este sentido.

La ya mencionada teoría de la formacion del carbon debida a los bosques de pasados siglos, *no* por este motivo cambia. Empero, cuanto mas unánime son las opiniones emitidas sobre este punto, *tanto* mas diverjen las ideas sobre las condiciones bajo las cuales se efectuó esa trasformacion. Por esto, es de gran interes saber, que el químico aleman Bergius, en 1913, logró obtener artificialmente, carbon de la madera. Para este objeto, trató la madera en una vasija cerrada, con vapor de agua a gran presion i elevada temperatura. Obtuvo así una sustancia, que, por su composicion, se asemeja con rara perfeccion al lignito. Pero para llegar de este carbon a la hulla i a la antracita, es preciso andar un gran trecho.

Los ensayos del químico F. Fischer sobre la accion de ciertas sustancias reductoras i oxidantes sobre el carbon, han venido a esclarecer nuevos puntos, ensayos acerca de los cuales nos ocuparemos mas adelante. Sin embargo, aun no se ha hecho completa claridad en esta importante materia.

Las opiniones de Bergius i de Fischer discrepan sobre la base que sirvió a la formación del carbon; el primero piensa que, de los dos principales componentes de la madera, la celulosa i la sustancia leñosa, fué aquella la que sirvió de base; i Fischer afirma lo contrario fundado en su experiencia. Importantes aclaraciones prestará sin duda, en el futuro, la aplicación de los rayos X en los análisis del carbon, método que tan sorprendentes resultados ha dado ya en otras ramas de la ciencia.

Aproximémonos al tema esencial de esta disertación. El despilfarro del carbon, ya aludido, empieza en el sitio mismo de su elaboración. Por lo jeneral, se seleccionan los trozos grandes de carbon i se los consume directamente sin ser sometidos a una purificación. Existen numerosos sistemas i dispositivos de selección, i tengo a la mano algunos prospectos de las casas Humboldt Bamon i otras sobre instalaciones de esta naturaleza.

Estos procedimientos dan lugar a la formación de una gran cantidad de carbon menudo, que es menester separar de sus impurezas para no trasportar éstas inútilmente, o si no se desea dar oríjen a grandes cantidades de materia desperdiciada. Tanto en Estados Unidos como en Alemania, se ha estudiado a fondo la mejor manera de aprovechar este carboncillo. Un método que ha dado buenos resultados es el de flotación, a menudo empleado en metalurgia.

Consiste en verter el material sometido a este tratamiento, en nuestro caso el cisco o carboncillo entrelazado con gran proporción de residuos estériles en agua, a la cual se agrega una pequeña cantidad de aceite. Aji-tando fuertemente el líquido por medios mecánicos, o por una corriente de aire, a presión, se logra formar una capa espumosa. La espuma envuelve las partículas de carbon mientras los residuos sin combustible, permanecen debajo, en la zona del agua, es decir se ha obtenido de ese modo la separación del estéril. Se recoge un concentrado que pueda alcanzar a un 70% de materia útil, que ántes de la operación purificadora contenía solamente 25% de carbon, con un rendimiento de 64%. Se ha logrado, en otros casos, convertir cisco con 23% de residuos estériles, en un material con solamente 13%, recuperando una cantidad de sustancia combustible igual al 98%.

El gasto de aceite es pequeño, mas o ménos de  $\frac{1}{4}$  de Kg. por tonelada de carbon, i como el aceite queda en su mayor parte adherido a él, se aprovecha también su poder calorífico en la combustión.

Un procedimiento no mui diferente se emplea en grande escala en Estados Unidos bajo el nombre de «Procedimiento Trent». Sirve para enriquecer carbon entrelazado con mucho estéril. Para este fin se lo somete a una molienda fina, se ajita con agua i se le añade una cantidad de aceite, equivalente al 30 a 40% de su peso. De este modo se obtiene una *amalgama* consistente de carbon i aceite extraordinariamente pura. Los granitos de amalgama entregan fácilmente el agua en una prensa. Después se le da la

forma de briquetas, i si se procede entónces a una destilacion, da coke bien compacto aun cuando el carbon mismo no suministre un coke de esta estructura. Tambien se dice que el rendimiento en alquitran es mayor que el que se podria esperar de la mezcla de los materiales no elaborados.

Los procedimientos de concentracion del carbon, que se halla en pequeños trozos i del carbon pulverizado, han ganado mucho terreno en el último tiempo, porque se han encontrado métodos para emplear el producto elaborado. Antes era preciso dar al carboncillo la forma de briquetas, para lo cual habia necesidad de mezclarlo con sustancias aglutinantes alquitranosas, usando maquinaria de subido costo. Hoi dia existen dispositivos que permiten una combustion directa del carboncillo. El principio consiste en inyectar el carbon triturado de una manera semejante a la que se ha ideado para los combustibles líquidos, por medio de una corriente de aire dentro del hogar, donde alcanza la temperatura de combustion i se quema con el oxígeno del aire que entra simultáneamente. Toda combustion se efectúa en la superficie del carbon; ahora bien, la superficie aumenta considerablemente por la finura del material i por la mezcla íntima con el oxígeno del aire se consigue una combustion rápida i completa sin exceso de aire. La esperiencia ha demostrado que el hogar debe tener tales dimensiones que el carbon alcance a quemarse totalmente ántes que se ponga en contacto con las paredes sólidas porque en este caso éstas tendrian una accion refrigerante e impedirian la combustion completa. Si no se dispone de carbon pulverizado es necesario moler el carbon. Los gastos de molienda varian con la calidad del material i con las condiciones bajo las cuales se efectúa, disminuyendo, evidentemente, en instalaciones en grande escala. Sin embargo, existen dispositivos para plantas pequeñas en los que se puede quemar el carbon directamente despues de haber sido secado i triturado. En una de estas *instalaciones se cierne el carboncillo* por medio de una corriente de aire que se lleva consigo solamente los elementos pequeños, miéntras que las partes gruesas vuelven a caer al molino. La misma corriente conduce al hogar. En otra instalacion se refrigeran las paredes del hogar por medio de cañerías embutidas, para que el material no sufra por la accion de mui elevadas temperaturas. Las cañerías están en comunicacion con la caldera de modo que el calor absorbido no se pierda. Se dice que de esta manera se puede aprovechar un 81 % del poder calorífico del carbon sometido a este procedimiento, resultado mui favorable para calderas a vapor.

El éxito obtenido por esta especie de combustion ha inducido segun he mencionado, a triturar los pedazos grandes de carbon con el fin especial de poderlos quemar en estos hornos. El tiempo demostrará si el camino emprendido puede soportar la competencia. Este método se ha desarrollado sobre todo en Estados Unidos, pero allá mismo tiene ya muchos enemigos.

Abandonemos el terreno de las instalaciones mecánicas i volvamos a

los procedimientos químicos propiamente tales. Estos han evolucionado por completo durante los últimos tiempos, sobre todo durante la guerra a causa de las circunstancias creadas por ella. Todo está aun en su período de desarrollo. Discrepan mucho las opiniones, los competidores son numerosos i, como es costumbre, defienden arduamente su sistema, cayendo en las consiguientes exajeraciones a propósito del valor de su procedimiento i de su campo de aplicacion. Por este motivo suceden reveses que destruyen a menudo las buenas cualidades de un método.

Contemplemos en primer término el estado de la destilacion del carbon alrededor del año 1914, es decir ántes de la guerra. Distinguimos dos corrientes claramente definidas: la fabricacion de gas i la fabricacion de coke. En la primera se persigue como principal objeto la obtencion de gas de alumbrado, miéntras que la produccion de coke como combustible valioso es un fin secundario i el alquitran i el amoníaco se consideran en último término. Estas fábricas de gas estan aferradas a las grandes ciudades i su desarrollo depende así de factores sobre los cuales no tienen influencia. En condiciones diferentes encontramos la fabricacion del coke. Su objeto principal es la obtencion de coke, compacto i consistente para fines metalúrgicos.

El alquitran i los productos secundarios adquieren entónces un papel mucho mas importante en la rentabilidad, miéntras que el gas se consume casi totalmente en la misma planta. La evolucion de la industria del coke depende tambien en gran parte de factores estraños, sobre todo de la posibilidad de consumo de este producto. Pero su aplicacion es mucho mas estensa que la del gas i por este motivo la fabricacion del coke ha tomado un desarrollo tan enorme, ántes i durante la guerra.

En 1913 se ocupaba solamente ocho por ciento de la produccion mundial de carbon en la fabricacion del coke, pero en Alemania ya se invertia el 30% de la hulla beneficiada en ese pais. Al mismo tiempo evolucionaron los procedimientos en la destilacion del carbon, ganando el mayor número posible de productos secundarios, miéntras que la elaboracion sin recuperacion de subproductos disminuye considerablemente. El alcance económico de la fabricacion de productos secundarios hace comprensible, que se exija el enriquecimiento de toda la materia carbonosa ántes de ser quemada. No hai que olvidar que los gastos hechos para elaborar los productos, especialmente los finales, son cuantiosos por el derroche de capital, experiencia, reactivos i trabajo en su fabricacion. Por esto compensa solamente si se efectúa en grande escala. En diferentes condiciones se encuentra el alquitran en jeneral, i las combinaciones de ázoe, especialmente el amoníaco. En 1920 se invirtió en Alemania un 30% de la produccion total de hulla en la fabricacion de coke i se obtuvieron mas de 1 millon de toneladas de alquitran i 492,000 toneladas de sulfato de amonio. Si se hubiera empleado la produccion total de carbon para la fabricacion de coke el resultado hu-

biera correspondido a uno i medio millones de toneladas de sulfato, que contienen mas o ménos medio millon de toneladas de ázoe en forma combinada. Creo no será necesario acentuar la importancia de esta cifra.

El progreso mas importante alcanzado en los últimos años consistió sin duda en la evolucion del problema del alquitran. La primera iniciativa la dieron investigaciones puramente científicas que se llevaron a cabo, en gran parte, en el Instituto Kaiser Wilhem de investigaciones de Química del Carbon en Mülheim an der Ruhr, bajo la direccion del catedrático Dr. F. Fischer. Ellas demostraron que si se destila el carbon a una temperatura inferior a 550° resulta un producto completamente diferente del alquitran ordinario. Parece que entónces contiene las materias que lo componen tal como están formadas en el carbon. Convendremos en darle por esto a esta sustancia el nombre de alquitran primario. Si se calienta este alquitran primario a temperaturas mas elevadas resulta el alquitran ordinario. Esto debe mirarse bajo el punto de vista de la descomposicion pirójena. Especialmente los cuerpos de la serie aromática se producen solo a altas temperaturas. El llamado alquitran primario es poco viscoso a la temperatura ordinaria, su coloracion es dorada en capa delgada, i como característica química no contiene naftalina. En cambio contiene 50% de fenoles i otros componentes volátiles a temperatura baja, componentes que encuentran aplicacion en los motores de explosion. Ademas suministra cuerpos que han prestado, sobre todo durante la guerra, importantes servicios como lubricantes. Pero no se han cumplido todas las esperanzas, algo desmesuradas es cierto, que en ellos se cifraron. Los fenoles todavía no han encontrado la aplicacion jeneral que se les habia atribuido i los lubricantes tienen que combatir difícilmente la competencia de los lubricantes de aceites minerales. Pero el desarrollo no va a detenerse, i no tardará el dia en que estos problemas queden resueltos. No cabe duda que el alquitran primario es un producto mucho mas valioso que el alquitran ordinario, i su obtencion significa, pues, un gran progreso.

¿De qué manera se logra esta obtencion? Se nos abren dos caminos mui diferentes. Primero el de la destilacion del carbon a temperaturas bajas, que da como producto un residuo sólido: la fabricacion del coque. El otro procedimiento es el de la destilacion parcial, seguido de una trasformacion en gas del residuo de la destilacion previa. Contemplemos primeramente los procedimientos del primer sistema. La principal dificultad de un método en grande escala consiste en no sobrecalentar el carbon si se quiere tener alquitran primario. Ahora bien, si se usa el calentamiento estérno, como el carbon es un mal conductor del calor, se calientan mucho mas las partes superficiales en contacto con las paredes que el interior. Por eso hai que calentar una capa lo mas delgada posible si se quiere una

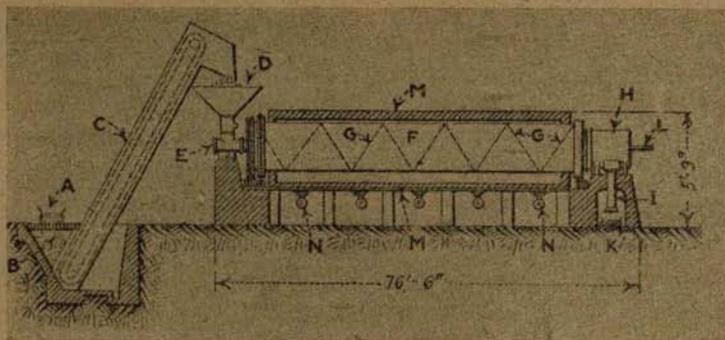


Fig. 1.—Horno Tyessen

temperatura homogénea. En Alemania i en Estados Unidos se idearon procedimientos en que el carbon es calentado en hornos rotatorios. La figura 1 nos muestra un horno como lo construye por ejemplo la casa alemana Tyessen. A la izquierda se destaca el aparato de alimentacion en forma de caracol, al lado el tambor de rotacion i al interior del tambor costillas o nervaduras para ajitar i trasladar el carbon. La calefaccion se realiza esteriormente por medio de los quemadores de gas N. El horno tiene una lonjitud de 16 a 20 mts. i de 2 a 3 mts. de diámetro i permite pasar alrededor de 100 toneladas en 24 horas. Los gases que se forman durante el calentamiento abandonan el horno por el mismo lado que el coke, porque usando el sistema de contracorriente los gases arrastrarian mucho polvo. Por tonelada de carbon se producen mas o ménos 120 mts. cúbicos de gas con 5,700-6,200 calorías i 7 a 17% de alquitran primario. Estas cifras fluctúan, naturalmente, con la calidad del carbon. El residuo, llamado semi-coke forma de 70 a 77% del peso del carbon con un poder calorífico de unas 7,000 calorías. Es un combustible fácilmente inflamable que arde sin produccion de humo. El único inconveniente que presenta es el de ser bastante molido i de estar mezclada con mucho polvo, lo que proviene del movimiento continuo durante su produccion. Un horno construido en los Estados Unidos, no presenta diferencias notables con el aleman. En este caso los quemadores siguen el movimiento del horno, el tambor está revestido con ladrillos refractarios que dejan entre sí canales para la conduccion del calor. El procedimiento americano está divulgado bajo el nombre de «Carbocoal». El semi-coke obtenido por la destilacion, que como es evidente posee los mismos inconvenientes que el aleman, se lo prensa en seguida conjuntamente con un 7% de su peso en brea, la cual proviene de la destilacion del alquitran primario. Las briquetas se someten a una nueva destilacion a alta temperatura i aquí se vuelven a obtener gases, amoníaco i alquitran, i ademas un coke sumamente duro que conserva su forma de briqueta. El procedimiento

tiene la ventaja de que los productos que con él se obtienen, son todos de primera calidad. Pero parece dudoso que sea posible trabajar económicamente a pesar de los gastos que demanda el procedimiento mui complicado. Se dice que se recojen de 10 a 12 Kgs. de amoníaco por tonelada i hasta 20% de alquitran. El residuo definitivo presenta 72% de la materia primitiva. Hoi dia trabajan dos grandes plantas por este sistema. En la de Clinchfield se elaboran diariamente 500 toneladas.

En Inglaterra se siguió en parte un camino diferente. Señalaré algunos. La estacion de ensaye de la «Low Temperature Carbonisation Co.» se distingue por su trabajo cuidadoso; su instalación completa, está compuesta de 20 retortas verticales, que se levantan una al lado de la otra. Estas son calentadas esteriores por medio de la combustion del gas que se quema entre las paredes de las distintas cámaras. Para evitar el sobrecalentamiento, cada cámara está dividida interiormente en 3 compartimientos angostos por medio de dos placas de fierro verticales agujereadas. El espacio entre las láminas queda vacío, i se rellena solamente la parte que dejan entre sí las paredes i las placas de fierro i que tienen un espesor alrededor de 8 cm. El carbon se coloca primero en compartimientos especiales que se encuentran sobre las cámaras de produccion de coke. De estos cae a las retortas, gracias a su peso i accionando desde el exterior una válvula. La desgasificacion del carbon se efectúa homojéneamente, conduciéndose el gas por los agujeros de las placas de fierro a las partes medias vacias. Se ayuda la gasificacion formando un pequeño vacío para que baje un poco la presión. Cuando el carbon ha perdido todo su gas se le deja caer por su propio peso dentro de vasijas que se colocan debajo. Esto puede hacerse a pesar del aumento de volúmen del residuo, gracias a que se pueden correr las láminas interiores, ensanchando así la capacidad de las cámaras que contienen el coke. Las vasijas dentro de las cuales cae el coke están rodeadas de camisas de agua por medio de las cuales se aprovecha el calor irradiado del coke caliente, para la produccion de vapor. Además, se pueden calentar el aire i el gas que se necesitan para la calefaccion de la retorta. Por otra parte, se usa el calor de los humos para elevar de antemano la temperatura del carbon en las cámaras superiores. Así se logra aprovechar en lo posible todo el calor. Se necesita un 10% del peso del carbon para su destilacion. El semi-coke no es molido como en el sistema de hornos rotatorios ni pierde su estructura compacta aun despues de su transporte, es decir, presenta un material combustible valioso, especialmente para ferrocarriles, sin necesidad de darle forma de briquetas.

Hemos visto que se suscitan dificultades en el aprovechamiento del semi-coke, especialmente usando hornos rotatorios. Estas se evitarian si no quedara un residuo consistente, es decir, si el coke formado se gasificara. Tambien podemos obtener alquitran primario por este método. El proceso

se efectúa entónces dentro de un jenerador i ha sido mui aceptado en los últimos años sobre todo en la elaboracion del lignito. En este caso se trata tambien de desgasificar el combustible a la mas baja temperatura posible. Consideramos un horno de cuba en cuyas capas inferiores se produce gas de jenerador, es decir, en la cual el coke reacciona con una cantidad insuficiente de aire para su combustion completa, produciéndose solamente óxido de carbono. Llenando desde arriba este horno el carbon, en su camino por la parte inferior se calienta mas i mas por los gases que suben i cuanto mas se acerca a la zona de combustion tanto mas pierde su gas. Pero este

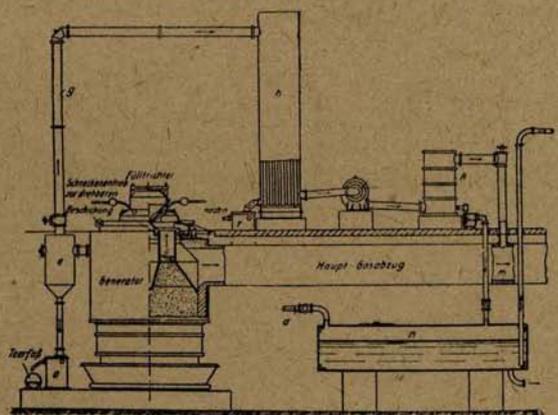


Fig. 2.—Horno de cuba con retortas abiertas hácia abajo

gas se mezcla con el gas de jenerador procedente de abajo i es mui difícil mantener moderada la temperatura de desgasificación en condiciones tales. Por eso se han construido dentro de los hornos de cuba, retortas abiertas hácia abajo por las cuales tiene que pasar el carbon. Estas retortas son calentadas exteriormente por los gases de jenerador calientes. La mayor parte de estos gases abandonan entónces el jenerador por otra via diferente que la que siguen los gases procedentes de la destilacion, como está indicado en el dibujo esquemático, figura 2. El gas de destilacion es conducido por camino aparte i deja su alquitran primeramente a alta temperatura i despues enfriado en el aparato H. En seguida es devuelto a la corriente de gas principal. Tambien se puede llevar una parte del gas de jenerador por las retortas para regular la temperatura en ellas. La figura 3 nos muestra la parte superior de un jenerador tal, en el cual las retortas tienen una disposicion un poco diferente. En este sistema están fijo el cilindro exterior *g* mientras que la parte *h* i la base pueden hacerse rotar lenta-

mente. Bajo ciertas circunstancias caen cantidades regulares de carbon desgasificado dentro del jenerador propiamente dicho.

El gas obtenido por este procedimiento es una mezcla de gas de carbon i de gas de jenerador i por esto se le dió el nombre de gas doble. Si se inyecta en el jenerador continuamente o con intermitencias vapor de agua se obtiene ademas el gas de agua i la mezcla entónces es: el llamado gas

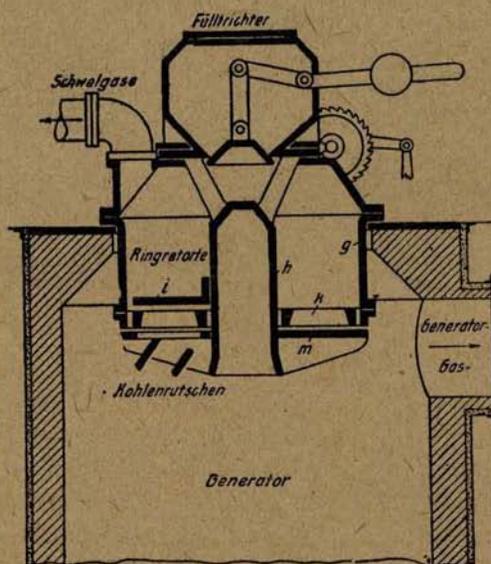


Fig. 3.—Parte superior del jenerador

triple. La figura 4 ofrece un ejemplo de tal sistema. Los dos jeneradores *a* i *b* sirven alternativamente como jeneradores de gas de agua, i como retortas para producir gas de carbon. Supongamos que *a*, esté lleno de coke i *b*, contenga carbon. Primeramente el coke se pondrá incandescente, al rojo, insuflando aire en *a*, mientras permanece cerrada la válvula *d*, que establece la comunicacion entre los dos jeneradores. Los gases de combustion sin valor escapan al aire, despues de haber sido absorbido su calor, en una caldera, que se ve en la parte superior de la figura. Cuando el coke haya alcanzado el estado de incandescencia se cierra la válvula de escape *i*, se abre la válvula *d*, inyectándose por *e*, vapor de agua. El gas de agua así formado entra por arriba al jenerador *b*, i calienta el carbon, que se encuentra allí hasta que tome la temperatura necesaria para desgasificarse. Los gases que se forman se mezclan con el gas de agua, pasan la capa de combustible en *b*, de arriba hácia abajo i abandonan por *k* i *n*, el jenerador. En *l* son lavados i se les quita el alquitran i ya entónces pueden ser empleados para el alumbrado, la calefaccion, etc. Despues de algun tiempo el

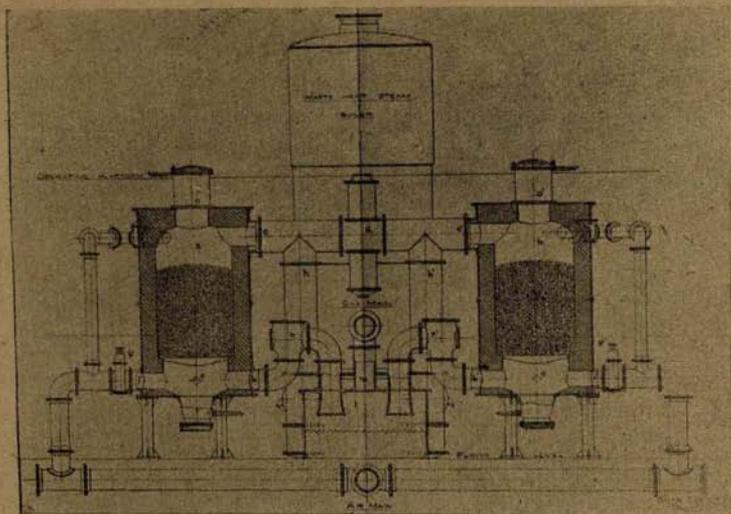


Fig. 4.—Jenerador para gas triple

carbon en *b* está destilado, es decir convertido en coke; al mismo tiempo se gastó una parte del coke en *a*, para la producción de gas de agua. Ahora se llena la parte superior de *a*, con carbon i *b* pasa a ser jenerador. Se vuelve a empezar la misma operación eso si que en sentido inverso. En este caso el aprovechamiento calórico del gas de agua es bastante satisfactorio. También se aprovecha el calor irradiado por los humos que se enjendran para calentar el coke, en la producción del vapor para la formación de gas de agua. El gas obtenido no puede contener, lójicamente, el alto poder calorífico que el gas de alumbrado puro, pero su masa es mucho mayor i por este motivo el precio de costo es mas bajo. Es claro que el rendimiento térmico *total* de esta gasificación completa del carbon no puede ser el mismo que el de la gasificación *parcial* si en ésta se toma en cuenta el poder calorífico del coke formado. Pero la mejor utilización de combustibles gaseosos producirá finalmente una economía. El método se aplicará principalmente en lugares donde no se tenga carbon que dé coke duro (coke metalúrgico), i donde se necesiten grandes cantidades de gas para el alumbrado i otros usos.

En la misma situación se encuentran muchas fábricas de gas, que no disponen de recursos de hulla ilimitados i que han añadido por eso al gas de carbon gas de agua. Este gas de agua se fabricaba ántes en jeneradores especiales pero así se perdía el calor irradiado por el coke, calor que posee por el hecho de ser incandescente; i es por este motivo que se comenzó a producir el gas de hulla i el gas de agua en los mismos aparatos. Para este fin, se inyecta vapor de agua recalentado en las retortas durante i espe-

cialmente al terminar la destilacion. De esta manera, se trasforma una parte del coke en gas de agua. El procedimiento posee todavía la ventaja de que la temperatura es menor, obteniéndose así una cantidad mayor de productos secundarios i de mejor calidad. Sin duda, se logra un coke que posee mayor proporcion de ceniza.

La destilacion del carbon i la produccion de alquitran primario merece, a mi juicio, especial interes en Chile. Las distancias tan grandes en el pais dificultan el aprovechamiento de las enormes riquezas de carbon que posee e inducen a la fabricacion de productos valiosos, que pueden soportar los gastos, con que los recarga el trasporte indispensable.

Volvemos a la fabricacion de gas. Quiero mencionar algunas innovaciones i mejoras que se han introducido en este terreno. Esta industria ya tendió ántes de la guerra a eliminar el trabajo manual i reemplazarlo por medio de maquinarias. Esto ha obligado a ampliar las dimensiones de las retortas, es decir se han introducido las mismas cámaras que en la fabricacion de coke en vez de las dichas retortas. Esta tendencia tiene ciertos inconvenientes especialmente para las instalaciones pequeñas. Cualquiera accidente, aunque perjudique solo una de las unidades, hiere sin embargo, partes vitales del establecimiento, las reparaciones son mas costosas, etc

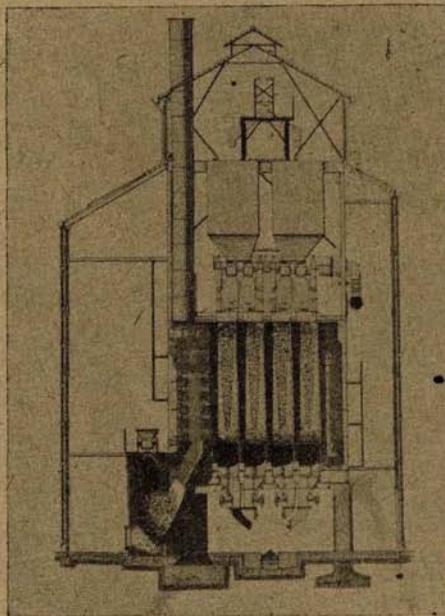


Fig. 5.—Retortas ovaladas con calefaccion exterior por medio del gas de jenerador

En cambio se han podido hacer algunas innovaciones conservando las retortas antiguas. Así, se ha tratado de efectuar la evacuacion de las retor-

tas por medio de maquinarias que estrajeron el coke, pues esta era la operación que demandaba los mayores esfuerzos de mano de obra. La fig. 5 nos enseña una instalación como la construye la *Glover West Co.* Ella consiste en retortas verticales que presentan un corte ovalado i que son calentadas esteriormente con gas de jenerador. Se llenan de arriba por medio de depósitos especiales. A medida que el carbon se moviliza hácia abajo, va perdiendo gradualmente su gas, de manera que, al llegar al fondo de la retorta, lo ha eliminado ya completamente. Allí encontramos un trasportador sin fin que conduce continuamente el coke a compartimientos donde se le enfría i se le estrae de vez en cuando.

Existen otras tendencias que tratan de aprovechar la cantidad de calor contenida en el coke, por su temperatura elevada, cantidad que es bastante considerable. Cuando el coke abandone la retorta con una temperatura de 1,000 grados centígrados suponiendo un calor específico de 0.38 calorías, obtenemos bajando la temperatura a 260 grados 280,000 calorías por tonelada. Estas corresponden mas o ménos a 400 Kls. de vapor o sean unos 40 caballos de fuerza o tambien 2.5 % del calor total del carbon. Una instalación de la casa *Sulzer* permite efectivamente recuperar este calor. El coke incandescente se echa en un horno de cuba que está en combinacion con una caldera de vapor. El aire que se encuentra en este sistema cerrado es puesto en movimiento por medio de un ventilador. El oxígeno del aire se combina en contacto con el coke, produciéndose óxido de carbono; el resto del aire permanece entónces inerte i no ataca al coke. Los gases que tienen ahora una gran temperatura entregan su calor a la caldera. Ahora bien, por la circulacion del gas inerte se conduce el calor del coke a la caldera, repitiéndose esta operación, hasta que el coke haya cedido todo su calor.

La temperatura del gas destilado tambien puede aprovecharse para calentar calderas apropiadas. El vapor jenerado en ella puede servir aquí para la produccion de gas de agua. Instalaciones similares las construye la «*Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg*» i parece dar resultados satisfactorios.

Se ha citado como caso curioso que tambien se produce gas de materias aparentemente sin valor como hojas secas, paja i basuras de cocina.

El carbon i todo combustible sólido, poseen una serie de desventajas comparados con los combustibles líquidos i gaseosos. El rendimiento de los últimos es mucho mayor, no dejan residuos i se queman completamente sin producir humo. Por eso se han hecho muchos ensayos para convertir la hulla en un cuerpo líquido.

Es sabido que el gasto de la enerjía producida en una planta eléctrica está sometido a variaciones mui violentas que dependen de las horas del dia. Algunas horas la planta no alcanza a suministrar la cantidad de enerjía

que se le exige, mientras que a otras horas el gasto es mínimo. Se ha tratado de equilibrar estas anomalías por medio de máquinas de reserva o por acumuladores. En todo caso se emplean instalaciones que son muy grandes tomando en cuenta el término medio de la fuerza necesaria. Surgió entonces la nueva idea de combinar la central eléctrica con una fábrica de gas. Si se empleará por ejemplo la corriente sobrante para elevar la temperatura del carbón para la formación de gas de agua, se obtiene con vapor de agua, un gas de agua valioso, que posee 2,800 a 2,900 calorías por metro cúbico. Esta especie de calefacción ofrece todavía la ventaja de que se pueden aprovechar materias de poco valor, especialmente las que contengan mucha agua, sin desperdiciar la más mínima parte de su valor combustible.

Esta conversión tiene aun otra razón de ser, aparte de las ya mencionadas. Hoy día se usan preferentemente máquinas y turbinas a vapor para la producción de energía, que dan un rendimiento pésimo. Mirado desde el punto de vista termo-dinámico no es posible tener un rendimiento mayor. En cambio, los motores de explosión son mucho más eficaces pero necesitan un material sin residuos cenicientos, para poder trabajar; y el rendimiento es más satisfactorio con combustible de fácil volatilización como la bencina y el benceno. En la cuestión del enriquecimiento o concentración del carbón no se trata así solamente de elaborar una sustancia combustible líquida sino que el problema consiste en obtener líquidos cuyo punto de ebullición sea moderado, aunque también de materiales líquidos con alto punto de ebullición. Es conocido un método para este propósito bajo el nombre de procedimiento «Crack» y se emplea en Estados Unidos. Por ejemplo se destilan aceites minerales pesados bajo presión. Al lado de brea y carbón se tienen sustancias cuyo punto de ebullición es bajo. El valor de estas sustancias, que encuentran principal aplicación en los motores de automóviles, permite usar este procedimiento a pesar de que su uso en realidad es un derroche.

Pues bien, el químico Bergius obtuvo un nuevo método en sus investigaciones, que ya había empezado el año 1913. Partiendo de la base de sus estudios sobre la formación del carbón, que ya expliqué, encontró que si se efectúa el calentamiento de los aceites en presencia de hidrógeno y bajo una alta presión, la cantidad de aceites livianos aumenta sensiblemente, evitándose la formación de carbón y de brea. En este caso se trata de una hidrogenación de los hidrocarburos de peso molecular alto, con pequeñas cantidades de hidrógeno, que se encuentran en los aceites pesados. Tal hidrogenación no es nueva. Sabatier ha introducido el método en la química orgánica, usando catalizadores, es decir, cuerpos que aumentan la velocidad de una reacción. El mismo método encontró mucha aplicación en la transformación de materias grasas líquidas en sólidas. Por hidrogenación

tambien se obtiene en grande escala la tetralina (tetra i exaidronaftalina) que demostró ser mui aplicable en los motores de automóviles. La innovacion en el procedimiento de Bergius consiste en suprimir los catalizadores usando presiones elevadas. Actualmente trabaja una estacion de ensayo en la que se trasforman diariamente cuarenta toneladas i da buenos resultados, a pesar de las numerosas dificultades. La aplicacion de este procedimiento no está solamente limitada a los aceites pesados. El alquitran, especialmente el alquitran primario, puede ser tratado por este método i aquí es donde hai que buscar posiblemente la dilucidacion de los problemas que aun envuelve la produccion i el uso de este alquitran. Por último, tambien se han tratado por este mismo procedimiento carbones bituminosos. En este caso, hai que vencer las mas sérias dificultades, que se suscitan en la parte constructiva del aparato; parece que actualmente, este último problema atraviesa todavía por el período de ensaye. La posibilidad de atacar la hulla por cuerpos reductores fué ya descrita por Berthelot en 1869. Para este fin empleó el ácido yodhídrico. Fischer trabajó con formiato de sodio, consiguiendo la trasformacion de un 95 % de turba, madera o celulosa en cuerpos gaseosos i líquidos despues de una fusion de tres horas a tempera-

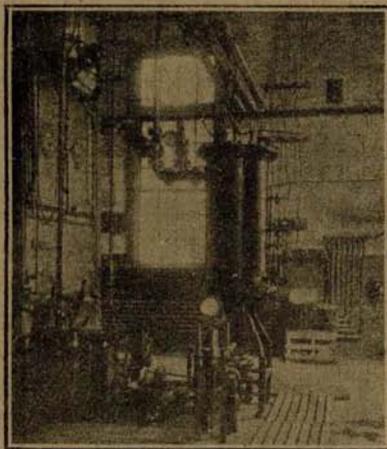


Fig. 6.—Jenerador de vapor con electricidad

turas de 400 grados con el doble del peso en formiato de sodio. Con lignita quedaban de 5 a 10 % de residuos sólidos, miéntas que con hulla 50 %, sin contar los residuos cenicientos. El procedimiento ideado por Bergius, llamado Berguin, da en cambio un rendimiento de  $\frac{2}{3}$ , sometiendo alquitran a una temperatura de unos 400 grados i a una presion de 50 atmósferas, en presencia de hidrójeno, teniéndose como resultado aceites para automóviles i aceites que hierven ántes de los trescientos grados. Los residuos se pueden someter nuevamente a la misma operacion. Es de com-

prender que no se dan datos a la publicidad sobre un procedimiento que aun se halla en su desarrollo; pero parece que el porvenir de estos métodos se divisa mui halagador para nuestra época, época que tanta sed tiene de bencina i productos similares.

Si se tiene electricidad barata jenerada en turbinas hidráulicas, puede tambien ser rentable emplear ésta para la calefaccion. Tal instalacion muestra la figura 6. Se calienta el agua en la caldera por medio de una corriente alterna de alta tension. Los electrodos tienen una posicion vertical en las calderas tambien verticales. El procedimiento exige poco espacio porque se suprime el hogar. La pérdida de calor es pequeña por ser la calefaccion interna. Tampoco hai necesidad de limpiar el agua de la caldera porque las sales no se depositan en forma de costras o incrustacion sino que forman un depósito fangoso. Esto tiene su esplicacion en que las paredes de la caldera no tienen una temperatura mas elevada que la del agua, lo que causa la formacion de las llamadas incrustaciones. Este aparato puede tambien servir para ocupar el exceso de enerjía eléctrica temporal, dándole la forma de vapor de agua.

Quiero mencionar un método que sirve para evitar la formacion de incrustaciones en las calderas por medio de la corriente eléctrica. Consiste en pasar una débil corriente eléctrica continua a través de la caldera encontrándose un electrodo aislado en su interior que sirve de ánodo, mientras que la caldera misma forma el cátodo. De este modo se enjendra en la pared una capa delgada de hidrójenu que evita la oxidacion de la caldera i la formacion de incrustaciones. Ya este procedimiento está mui en boga.

Volvamos otra vez al carbon. En toda combustion sobran cenizas i escorias que siempre contendrán una parte combustible. Su contenido puede alcanzar a un 20 %, pero tambien puede llegar a 60 % de carbon con combustibles malos i hogares deficientes. Se ha tratado con mucho éxito de salvar esta dificultad haciendo aprovechables tales cenizas. Hai dos caminos posibles: El primero aprovecha la diferencia entre los pesos específicos del carbon i de la escoria para separarlos. El procedimiento no es nuevo pero su rentabilidad fué alzada en los últimos tiempos. De los aparatos sencillos es preciso citar el de las cribadoras hidráulicas que ayudan la operacion por la agitacion de la materia. Tales aparatos los fabrica por ejemplo la casa Meguin. Con ellos es posible recuperar 60 % de la sustancia desperdiciada. Los cuerpos por separar se revuelven en el agua, sumerjiéndose la escoria pesada mas rápidamente que el carbon. Mejor rendimiento se tiene si se emplea un líquido cuyo peso específico sea mayor que el del agua, en el que flota el carbon. Para eso se pueden emplear disoluciones de sales o suspensiones de arcilla. Uno de estos aparatos consulta la figura. 7 La casa Benno Schilde lo trae al mercado i es conocido bajo el nombre de *Separador Columbus*. Consiste de una vasija semi-cilíndrica en

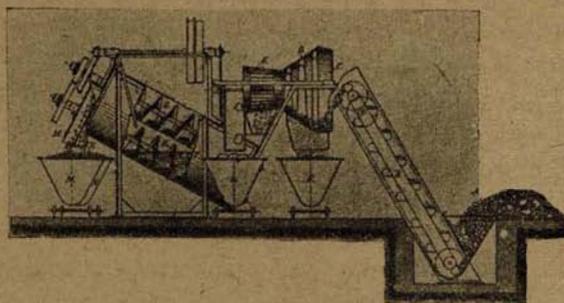


Fig. 7.—Separador Columbus

la cual se introducen, por medio de un alimentador, los cuerpos por separar junto con la solución que hemos aludido. Dos transportadores sin fin sobrepuestos conducen el carbon hácia arriba i la escoria pesada hácia abajo. El material mas fino debe cernirse ántes por ser imposible su separacion. El aparato nos devuelve un 60 a 90% de combustible i exige poco gasto de enerjía.

Tambien se emplea a menudo el método de la flotacion en la concentracion del material combustible que se va en los estériles. Para este objeto hai que moler mui finamente el material entrelazado. Se ha obtenido así una recuperacion igual al 95% de la sustancia combustible, recojiéndose una materia con 13% de ceniza de un material que contenia 60%.

Otro sistema aprovecha las cualidades magnéticas de las escorias. La pirita que contiene todo carbon se quema produciendo óxido férrico-ferroso que posee fuertes propiedades magnéticas. Miéntras el carbon no tiene accion por el magnetismo. Sujetando la ceniza o escorias bien molidas al campo de un iman se pueden separar las partes férricas. Señalaré el separador magnético de la casa Krupp Grusonwerk. Consiste de un tambor metálico, jiratorio alrededor de un iman, que se encuentra en su interior i sobre el cual pasa la corriente lenta de la sustancia por limpiar. Bajo la accion del campo magnético se divide en dos corrientes que son conducidas por separado. En oposicion al procedimiento por via húmeda el magnético sirve para material molido. Combinando los dos sistemas se llega a excelentes resultados, sin necesidad de instalaciones para la trituracion, método que ha tenido verificacion mui buena en la práctica.

Otro sistema de utilizacion de los entrelazados combustibles sin purificacion consiste en su combustion directa. Naturalmente esto es imposible en hogares ordinarios. En cambio, la fábrica Stettiner Chamotteworke construyó hace poco un horno de cuba rejenerador, segun las indicaciones del Dr. Terres, que permite el aprovechamiento de todo material entrelazado combustible por pobre que sea. Por el contrario, este horno trabaja tanto mejor cuanto peor sea el material. La teoría consiste en no quemar como de

costumbre el material en la parte mas baja sino en la parte media del horno, utilizándose el calor de la ceniza para calentar previamente el aire necesario a la combustion. El horno trabaja de tal modo que el combustible avanza continuamente hácia abajo a medida que progresa la combustion. Por otra parte, se hace discontinua la estraccion de la escoria. Por medio de una especie de cuchillo que entra por un lado se separa parte de la materia quemada. Esta se estrae entónces por el fondo. Se retira el cuchillo i la columna del combustible tiene que caer en la parte vacía.

He llegado al fin de mis observaciones. Aunque talvez han resultado demasiado largas, no es posible, evidentemente, que sean completas. Quiero agregar un punto de mucha importancia, que no debe olvidarse, considerando todas las innovaciones citadas, i es que para su adopcion se necesita la inversion de grandes capitales, el interes correspondiente i su amortizacion. Por mas brillantes que sean las expectativas de éxito que se tengan sobre un nuevo procedimiento—i lo son siempre las que pregonan los prospectos de las casas constructoras de maquinarias—a menudo sucede que se ve con sorpresa, haciendo el balance del año, que el rendimiento verdadero de las mejoras introducidas es nulo i aun negativo.

Por esto, es necesario siempre un exámen cuidadoso de las condiciones especiales del caso, por un perito i un cálculo previo que tome en cuenta el punto de vista económico. Tal exámen corresponderá, en primer término, al ingeniero del establecimiento i de aquí surge nuevamente la gran importancia de una educacion, no solamente técnica sino tambien económica del ingeniero.



## Procedimiento Cottrell de precipitación eléctrica <sup>(1)</sup>

LEIDO EN UNA REUNION EN SAN FRANCISCO, EN AGOSTO 28 DE 1915.

Se me ha pedido que trate hoi día la Condensacion de los Gases, Humos i polvo por Métodos Eléctricos, o con mayor precision, el método que se designa jeneralmente con el nombre de Procedimiento Cottrell de Precipitacion Eléctrica. No he entrado mui gustoso a la discusion de este tema ante

(1) «The Transactions of the American Institute of Chemical Engineers». Vol. VIII, 1915.

vosotros, por las pocas informaciones nuevas que sobre él pueden presentarse. Todo el problema ha sido ampliamente discutido en numerosos artículos que han aparecido de tiempo en tiempo, seguidos de discusiones sostenidas en reuniones de varias Sociedades Americanas de Ingenieros. Los trabajos comerciales recientes relacionados con este proceso se reducen en su mayor parte a desarrollo de los detalles de construcción i mejoras en los métodos de trabajo. Nada de esto se presta a la discusión en un artículo de carácter jeneral, ni ninguna de tales informaciones pueden interesar a otros que aquellos que trabajan en este campo especial. Supuesto lo mejor, solo puedo, por lo tanto, esperar resumiros el trabajo de los últimos ocho años, cuyo resultado final ha sido el desarrollo de un nuevo procedimiento comercial. En esto consiste mi única excusa para discutir de nuevo el tema propuesto.

Durante uno o dos años los últimos progresos hechos por el Procedimiento Cottrell han sido tan rápidos que los han colocado definitivamente entre los procedimientos industriales «standard». A los miembros del Instituto, aquí hoi día, puedo proporcionarles materias interesantes i una rápida revista de aquellas evoluciones de este procedimiento que han permitido su aplicación en la práctica; sin duda, muchos de vosotros estarán relacionados con el desarrollo de algun procedimiento nuevo en cuyo caso vuestras experiencias en los trabajos primitivos pueden semejarse, en cierta medida, a los vaivenes de la precipitación eléctrica en los últimos ocho años.

Al presentar este tema hoi, me ceñiré cuidadosamente a un artículo que presenté al Canadian Mining Institute en Marzo del presente año. Se tomó un cuidado especial que este artículo fuera completo hasta la fecha de su presentación. Sé que este artículo no se ha impreso i, por lo tanto, servirá de base para la actual discusión. Mi continua falta de tiempo excusará la pequeña preparación de este artículo técnico.

El problema jeneral de la separación de la materia suspendida de los gases ha ido creciendo en importancia desde hace numerosos años, por un lado, porque originan contaminaciones serias de la atmósfera, con los consiguientes perjuicios económicos e higiénicos; i, por otra parte, por la siempre creciente demanda de economía en nuestros procesos industriales. Este problema ha crecido invariablemente con el crecimiento de las fábricas i con el aumento de volumen de los gases emitidos por las chimeneas. En algunos de nuestros centros industriales estos gases de los hornos tienen tal volumen que los movimientos ordinarios de la atmósfera son del todo impotentes para diluirlos satisfactoriamente, ya sea cuando los gases encierran constituyentes venenosos, o cuando llevan grandes cantidades de materias suspendidas. Entónces, como resultado de la intensa competencia i agregada a ella sustitución de los primitivos materiales ricos de fácil evaluación por otros mas pobres, se ha intensificado la importancia de eliminar

las pérdidas en todos los procesos industriales. Las pérdidas que orijinan el rápido escape de los gases de los hornos a través de las chimeneas, representan una gran parte de las pérdidas totales en muchos de los procesos que emplean hornos. Aun mas, el problema tiene en sí mismo un interes específico por las esperanzas que ofrece mejorar muchos de los procedimientos industriales cuando los gases se pueden separar fácil i completamente de las partículas suspendidas que ellos arrastran.

La separacion de las partículas suspendidas de los gases es un problema puramente mecánico, aun cuando las partículas sean excesivamente pequeñas, i prácticamente se ha empleado toda clase de fuerzas mecánicas para resolverlo. Las diversas fuerzas han permitido que se desarrollen numerosos procedimientos diferentes, cada uno con su campo propio de aplicacion. Nosotros no discutiremos ninguno de estos procedimientos fuera de la Precipitacion Eléctrica, porque sus principios contenidos son bien conocidos por los ingenieros para hacer una discusion jeneral de valor. Hoi solamente mencionaré, en jeneral, los procesos en uso comercial en el presente. Esto puede agruparse mas o ménos como sigue:

Procedimiento de sedimentacion, incluyendo tubos de sedimentacion cámara de expansion, cámaras de alambres, etc.; proceso de filtracion, casas de canales de circulacion, torres de filtracion, etc., etc.; procesos de lavados, incluyendo todas las formas de torres de lavados i lavadores mecánicos, como los Thiesen, Schawartz-Bayer and Feld, del mismo modo los variados tipos de lavadores inyectoros; procesos centrífugos, abarcando ciclones ordinarios, ciclones complejos, como los Byblic Whirler i rotadores mecánicos, i por último la Precipitacion Eléctrica.

El proceso de precipitacion eléctrica nos ofrece quizás el único medio de extraer las pequeñas partículas de materias suspendidas, sin tener que tratar directamente los gases. Durante el proceso de tratamiento, a las pequeñas partículas se le da cargas eléctricas separadas, i van en seguida a emigrar bajo las fuerzas eléctricas de los gases.

La fuerza que se ejerce sobre una sola partícula depende de la construccion del aparato, como así mismo de las características eléctricas de los gases sometidos al tratamiento.

Puede verse fácilmente, sin embargo, que un proceso que envuelve tal accion selectiva entre las materias suspendidas i los gases tienen una ventaja mui grande, cuando se somete al tratamiento grandes volúmenes de gas, sobre todos los procesos basados en la mera diferencia de alguna característica física dada, como por ejemplo la diferencia en inercia como se hace uso en la «Baffle house» o la diferencia en el peso específico en que se basan las cámaras de sedimentacion i procesos centrífugos. En todos los procesos deben tratarse los gases lo mismo que las partículas suspendidas, mientras que con el eléctrico solo es necesario ejercer una fuerza suficiente sobre la partícula para contrarrestar la flotacion i la accion de los gases en movimiento.

La operación en los procesos eléctricos cuando se analiza sus factores más simples, puede describirse en la siguiente forma:

Los gases juntos con el material suspendido pasan por un aparato que contiene un sistema de electrodos. Estos electrodos son de dos tipos, un tipo de una forma que facilita la descarga eléctrica de la superficie de ellos, el otro tipo de forma tal que reduzca un minimum o evite la descarga de la superficie. Estos electrodos están colocados en tal forma en el aparato que dos tipos se oponen unos a otros i se mantiene entre ellos una descarga silenciosa aplicándoles un potencial eléctrico unidireccional bastante elevado. Los gases pasan por esta descarga eléctrica, que puede considerarse como una corriente constante de iones, o partículas eléctricas que van del electrodo de descarga al electrodo opuesto. Como las partículas suspendidas entran en esta corriente de iones son bombardeados por estos. Aquellos iones que chocan contra las partículas se detienen en su paso de electrodo a electrodo, se adhieren a las partículas i entregan su descarga eléctrica a ésta. De esta manera las partículas acumulan una carga eléctrica suficiente para moverse bajo la fuerza del campo eléctrico entre los electrodos, en seguida emigran hácia el electrodo i son depositados encima mientras que los gases pasan inafectados. En realidad, este principio no puede llevarse a cabo en una forma simple i gran parte del éxito depende del diseño adecuado del aparato. La composición de los gases, la naturaleza de las partículas suspendidas, la temperatura i muchos factores, deben tomarse en consideración al diseñar una planta que se adapte a cualquier problema dado.

A todos Uds., sin duda, les es familiar el viejo experimento de laboratorio de apagar una vela por medio del viento eléctrico que sopla de la punta de una aguja cargada con una alta carga eléctrica. Este viento se produce por la repulsión de las moléculas gaseosas del punto cargado de igual manera que en el método reciente descrito. A los gases mismos se les puede mover con la descarga eléctrica como resultado de la carga de las moléculas gaseosas junto con el bombardeo de estas moléculas por la corriente constante de los iones que componen la carga. Sin embargo, esta acción no es ni aproximadamente, tan pronunciada como la traslación de las mayores partículas suspendidas, que pueden moverse respecto a los gases con una rapidez admirable. Si a la punta de la aguja electrificada se le aplica una carga unidireccional—por ejemplo, por medio de una máquina «Wimshurst»—i si se acerca a la punta un cuerpo aislado instantáneamente recibe una carga eléctrica del mismo signo de la carga en la punta de la aguja. Si tal cuerpo aislado se mueve libremente, como por ejemplo, una bola de saúco suspendida en un hilo de seda, es repelido por la punta. Si ahora dicha punta electrificada se coloca opuesta a una placa, polo a tierra i si una partícula que flote libremente se pasa por la descarga entre el punto i la placa, dicha partícula actúa en una forma similar a la bola

de saúco, recibe una carga eléctrica de igual signo a la carga de la aguja, esta la repele i al chocar con la placa entrega su carga eléctrica a la placa i se deposita en ella. Esto es precisamente lo que sucede en un aparato de precipitacion eléctrica o bien como se le llama «tratador», la diferencia consiste jeneralmente en los detalles de construccion, la eleccion de electrodos adecuados i la sustitucion de un equipo eléctrico eficiente i adecuado.

La estraccion de las particulas suspendidas de los gases por medios eléctricos es fundamentalmente una vieja idea, habiendo sido sujerida independientemente por numerosos investigadores a intervalos de cerca de 25 años en la mejor parte de un siglo. Parece que el método fué primero sujerido por Hohlfeld en el año 1824 como un medio de suprimir el humo. En un artículo titulado «La Precipitacion del Humo por medio de la Electricidad» se refiere al aumento de la lluvia, la tormenta despues de la descarga del rayo, i describe como él llenó un globo con humo e indujo dentro de él un alambre aguzado conectado a una máquina eléctrica i le produjo la deposicion del humo. De nuevo sujerió lo mismo Guitard en 1850, en un artículo en el *Mechanic Magazine*. Se hace referencia aun, a este artículo en el *Galvanismus de Wiedeman*. Este trabajo i las insinuaciones de Hohlfeld i Guitard parecen completamente olvidados, porque nada se sabe de ellas en cuanto a documentos que lo demuestren. Durante el período, aproximadamente 25 años, que se siguió a la aparicion del artículo de Guitard, hicieron muchos trabajos Grockes, Thompson, Aitken, Lodge, Tyndall i otros sobre el bombardeo molecular. Ellos investigaron la repulsion de las partículas de polvo por los cuerpos calentados, fuerza ejercida por el bombardeo dentro de un tubo de Grockes i fenómenos similares. Oliver Lodge, trajo de nuevo a la luz la materia que dice de la precipitacion eléctrica, en una serie de artículos que aparecieron en 1884, 1885 i 1886; el mas importante de estos artículos se publicó en el *Journal Soc. Chem. Ind.*, en 1886, orijinando discusion especial sobre las posibilidades de la deposicion eléctrica de las materias suspendidas en los gases. El trabajo primitivo de Hohlfeld i Guitard parece haber permanecido completamente olvidado hasta el año 1905, cuando fué traído a luz de nuevo por Sir Oliver Lodge, en una publicacion histórica aparecida en el *Nature* de ese año.

La primera tentativa para aprovechar esta fuerza comercialmente parece haberse hecho en Dee Bank Lead Work i las primeras patentes del método se le concedieron a Mr. Alfred O. Walker de dichas firmas. El obtuvo patentes en varios países durante los años 1884 a 1886. Todas estas patentes, sin embargo, hace mucho que han vencido. El aparato se instaló en 1885, por el jerente de la planta, un señor Huchings, con la cooperacion del profesor Lodge. Se describió en ese tiempo diciendo que consistia de un sistema de puntas metálicas en un tubo de los hornos para plomo i excitados por dos máquinas «Wimshurst», cada máquina movida por una má-

quina a vapor de un caballo de fuerza. El aparato tuvo éxito i parece que estos primitivos iniciadores no se preocuparon mas del proceso. Completamente independiente el Dr. Karl Moller, de Alemania, tambien sujerió este método para evitar el humo i obtuvo una patente alemana en 1884. El, sin embargo, no desarrolló ninguna aplicacion comercial, pero su hijo Erwing Moller, ha contribuido considerablemente al desarrollo del proceso i está actualmente ocupado activamente junto con nuestros intereses americanos en la prosecucion del trabajo hecho en el Continente Europeo. En 1900, Eissler, llamó de nuevo la atencion a la esperiencias de Walker i desde entónces una publicacion especial ha ofrecido al público todas las variaciones del proceso.

Nuestro trabajo comenzó en el año 1906, cuando el Dr. F. G. Cottrell investigó varios problemas relacionados con el Proceso de Contacto para fabricar el ácido sulfúrico. El Dr. Cottrell era en ese tiempo profesor de la Universidad de California. Es ahora quimico jefe del U. S. Bureau of Mine, i ya no está interesado comercialmente en el proceso que lleva su nombre. En 1906 a Cottrell le presentaron el problema de estraer vapor de ácido sulfúrico de los gases ántes que estos fueran a las torres de contacto. Repitió los primeros esperimentos de Lodge i se convenció de las posibilidades del método. Las primeras pruebas en grande escala se hicieron en los Hercules Work de la E. I. du Pont de Nemoura Powder Co. en Pinole en la bahía de San Francisco, donde se empleó los gases de una planta de ácido sulfúrico Mamheim Contacto. Estos ensayos, aunque de ninguna manera completos, demostraron las posibilidades comerciales del proceso. Desde entónces el trabajo ha consistido en desarrollar i reducir para acordar con la sana práctica de ingeniería los principios fundamentales descubiertos en este trabajo primitivo. El fracaso del primitivo trabajo comercial de Lodge i Walker, puede sin duda atribuirse al equipo deficiente i poco apropiado de que se disponia en esos tiempos. Aparatos eléctricos modernos han contribuido a que el desarrollo de este proceso sea una tarea mas fácil que la que se presentaba a los primeros investigadores.

Para una completa bibliografía de los primeros trabajos, me referiré a un artículo titulado «Procesos en la Reduccion de Humos, Polvo i Gas», publicado en el informe de la Institucion Smithsonian de Washington el año 1913 a 1914, el que, sin embargo, no apareció impreso hasta Febrero del presente año.

El desarrollo comercial de estos procesos, desde los primeros procedimientos de Cottrell, pueden describirse por medio de proyecciones luminosas. Mostraré una serie de vistas al final de esta conferencia, ilustrando el desarrollo del presente tipo de aparato i equipo eléctricos, mostrando algunos de los detalles de construccion mas interesantes. Unas cuantas vistas ilustrarán la operacion en los procesos, tanto como puede hacerlo una pro-

yeccion luminosa. Aquellos de Uds que se interesaran por ver los principios de los procesos, ilustrados por medio de esperimentos, encontrarán un modelo en trabajo en la Panamá Pacific Exposition in the Metallurgical Exhibit the U. S. Bureau of Mines. En esa Exposicion Uds. encontraran tambien un modelo de la planta en Trail, British Columbia, i una exhibicion de los materiales que se colectan en la práctica. Indicaré aquí meramente los progresos comerciales i llamaré la atencion de algunos de sus campos de aplicacion en las diferentes industrias, donde los procesos han demostrado su valor.

La primera aplicacion comercial de nuestros procesos se hizo en los trabajos de la Selby Smelting and Lead Co., en San Francisco Bay. Esta Compañía fué amenazada con demanda de embargo con motivo de los perjuicios ocasionados por los vapores del ácido sulfúrico que se escapaban de las calderas de ácido sulfúrico hirviendo, en las cuales de la aleacion provenientes de las copelas, la plata se separaba del oro. Los admirables resultados obtenidos en los esperimentos en Pinole, para precipitar el vapor del ácido sulfúrico, llamaron la atencion de la Selby Co., i despues de muchos ensayos preliminares con éxito, se construyó un tratador en 1907. Este tratador ha estado en servicio constantemente desde entónces i se han construido en otras partes varios tratadores duplicados. Este aparato trata aproximadamente cuatro mil piés cúbicos por minuto. Este aparato es construído en un tubo de cuatro por cuatro de seccion. Los electrodos coleccionadores son placas de plomo de cuatro piés de largo, por cuatro pulgadas de ancho, separadas por cinco pulgadas. Los electrodos de descarga consisten de «micamite» endentada, empalmado de listones de plomo duro. La fuerza eléctrica se obtiene de una línea de 460 voltios, de 60 ciclos, trasformada en 17,000 voltios i rectificada por medio de un computador sincrono, i así la corriente directa intermitente obtenida da la enerjía a los electrodos de descarga. El consumo de fuerza de los aparatos completos incluyendo la operacion del rectificador es de 2 kilowats. No se emplea mas personal para operar los aparatos i los costos totales de operacion, incluyendo enerjía, reparaciones i cuidados, es aproximadamente de 20 dollars al mes. El ácido recibido es de 40° B de consistencia, i cuando la caldera hierve vigorosamente, se reciben mas de 2 galones por minuto de dicho ácido. De todos los documentos existentes, se deduce que éste fué el primer aparato de precipitacion eléctrica que se construyó con éxito comercial.

Siguiendo con este trabajo se realizaron una serie de ensayos con los gases de los calcinadores en la misma planta. Se construyó un precipitador esperimental que trataba la cantidad total de gas que pasaba por la chimenea, alrededor de cincuenta mil piés cúbicos por minuto. El diseño jeneral de este precipitador era similar al «Parting Flue Apparatus» que acabamos de describir. Los cambios fundamentales de la práctica meta-

lúrgica en la fundición hicieron necesaria la instalación del equipo permanente.

La instalación próxima fué la de Balaklala Smelter at Coram, en Shasta County, (California). Esta fundición estaba en el corazón de la Shasta Copper Belt, junta con la Kewick Smelter, la Bully Hill Smelter i la Smelter of the Mammoth Copper Mining Co. Como resultado del litijio, se les impuso a todas las fundiciones de este distrito ciertas restricciones relativas al control del polvo. Estas restricciones incluían la extracción de las materias suspendidas de los gases de escape i la dilución de dichos gases para evitar que el contenido de anhídrido exceda de  $\frac{3}{4}$  a 1%. La Bully i la Keswic i Smelter, suspendieron sus operaciones. La fundición de Mammoth, instaló un «bag house», i la Balaklala tomó por su cuenta la instalación del proceso Cottrell. Esta fué la primera gran instalación de estos procesos i fué necesario el diseño de los aparatos, ir en el cálculo mas allá de los datos i experimentos a manos conocidos en esa época. El volumen del gas era aproximadamente de 250,000 piés cúbicos por minuto. En su diseño jeneral el tratamiento es distinto al instalado en Selby, excepto que se usó hierro en vez de plomo por no ser los gases corrosivos. Nueve unidades de diez por diez piés de sección se construyeron en paralelo, cada una conectada a un cañon de entrada i salida comun. La estructura completa excepto los cañones fueron contruidos de fierro. Los electrodos colectadores fueron del N.º 10 de fierro maleable, diez piés de largo por seis pulgadas de ancho, con espacio de cinco pulgadas. Los electrodos de descarga se construyeron con una fibra de asbesto entre el alambre de fierro i tambien entre ellos se empleó micamita dentada. Este aparato trabajó con cerca de 25,000 voltios. El polvo colectado era seco i adherido a los electrodos. Para extraer este material depositado de los electrodos, se trató cada vez una unidad dando a los electrodos un golpe mecánico vibratorio que hacia caer el polvo dentro de un embudo de los cuales se quitó por medio de trasportadores de tornillos. Cada unidad se limpiaba una vez cada ocho horas. Durante el aseo de la unidad, las ocho restantes trataban el volumen total de los gases. El costo total de la instalación, incluyendo tubos, ventiladores, motores i equipo eléctrico, fué de ciento diez mil dollars. El consumo de energía fué de 120 kilowatts. El personal por turno fué de un hombre para vijilar el aparato eléctrico jenerador i de dos hombres con un mayordomo para llevar a cabo la limpia del precipitador i la extracción del polvo precipitado. La cantidad de material depositado fué de ocho toneladas cada veinticuatro horas, siendo un polvo mui fino de alta lei en cobre i zinc. La fundición cerró en Julio de 1911, por dificultades en algunos litijios, habiéndose decidido interrumpir las operaciones hasta que llegase el tiempo en que desarrollara un método práctico que permitiera extraer el anhídrido sulfuroso i tambien las partículas finas de los gases.

Poco tiempo ántes la planta de Coram habia interrumpido sus operaciones i en la planta de Riverside Portland Cement Co., se empezaban los experimentos para resolver el problema de estraer el polvo de los gases que se escapaban de los Kilns rotatorios usados para calcinar el cemento. Este problema era completamente diferente de aquellos en que se habian aplicado los procesos hasta ese tiempo. Esta diferencia se debia a la sequedad de los gases, i tambien a la alta temperatura, complicado además con el enorme volúmen de los gases i la gran cantidad de polvo que debia tratarse. La Riverside Portland Cement Co., con su fábrica en el corazon de los fértiles naranjales del Sur de California, habia llegado a ser centro de serios ataques que amenazaba a la fábrica con un embargo definitivo. Se habian presentado en su contra muchas demandas por pago de indemnizacion i tuvo que comprar grandes estensiones de terrenos a los vecinos reclamantes, pero aunque la Compañía cumplia con toda libertad las demandas de los cultivadores, llegó a ser inevitable, o evitaba que el polvo escapara a la atmósfera o corria el riesgo de verse obligada a cesar el trabajo de la fábrica por un embargo.

En los ensayos preliminares del trabajo experimental en esta fábrica, incluida la construccion de varios precipitadores de regular tamaño, se gastaron así como setenta i cinco mil dollars, los cuales ensayes evidenciaron el éxito del sistema. La instalacion final principió a trabajar en Junio de 1911 i ha estado en operacion continua desde esa fecha. Esta instalacion trata cerca de un millon de piés cúbicos por minuto, la temperatura es de 450° C. La cantidad de polvo depositado es por término medio de noventa toneladas cada 24 horas. El volúmen del gas, como tambien la cantidad de polvo, varia mucho i depende de la marcha de los hornos. El consumo total de enerjía en esta instalacion, incluyendo los motores que accionan, los rectificadores i los tornillos trasportadores que acarrean el polvo depositado, es de 40 kilowatts. El rendimiento medio de la depositacion de las partículas suspendidas alcanza un poco mas del 95 %, siendo el material que se escapa en su mayoría sulfato de potasio i sodio. El polvo pesado se deposita todo en el tratador. El personal se reduce a un operador i un ayudante por turno de doce horas, pero esto se ha cambiado últimamente a un hombre por turno de ocho horas. El costo de esta instalacion fué subido, debido a la falta de espacio adecuado para la construccion de los aparatos de la fábrica i toda la instalacion hubo de hacerse sobre el edificio, colocada sobre una plataforma de ochenta piés sobre el nivel del suelo. Cada uno de los hornos se mantenía independiente del resto equipado con dos unidades precipitadoras; cada tratador con capacidad suficiente para recibir el volúmen total del gas proveniente del horno correspondiente. Este se hizo con el objeto de asegurar la continuidad del trabajo en el caso que se presentara cualquiera dificultad con alguna unidad. Los hornos se mantuvieron inde-

pendientes unos de los otros para asegurar mayor libertad al trabajo, siendo regla universal en este país, la chimenea independiente en las fábricas de cemento. Toda la instalación, incluyendo el equipo eléctrico, costó ciento setenta i cinco mil dólares, de los cuales mas de la mitad se gastó en la costosa plataforma inferior i en el edificio.

Los detalles del diseño de esta instalación son bastante diferentes de los de la Selby i Balaklala. Las proyecciones luminosas demostrarán los rasgos mas importantes de esta instalación, como tambien de otras. Los electrodos colectadores son hechos de malla de alambre reforzado con ángulo de fierro. El potencial de operación es de 45,000 voltios. La extracción del polvo se efectúa por un sistema mecánico simple; se sacude a los electrodos por medio de martillos de aire i se dirige los registros por medio de cilindros de aire, todos controlados desde la plataforma de trabajo. El polvo cae dentro de tolvas i pasa a los tornillos transportadores, que lo descargan sobre balanzas automáticas, i de ahí se vacía a un transportador jeneral en cruz que lleva el polvo a los silos (buzones). Los precipitadores se limpian una vez cada hora; la limpia de todas las 25 unidades requieren ménos de cinco minutos.

Hace poco se instaló en esta fábrica un kilns adicional en el cual todo el polvo recojido se quema i se convierte en cemento. Anteriormente el polvo se empleaba en tratamiento de suelos. El polvo es mezcla bruta parcialmente calcinada que no contiene cemento, pero lleva cerca de 2% de potasa. Este material es un espléndido abono para ciertos suelos. La presente práctica de fabricar cemento del polvo, la potasa se concentra i el polvo recojido del kilns, tiene una lei de potasa que varia de 12 a 21%  $K_2O$ , que depende de que el horno quema todo el polvo o parte del polvo i parte bruta de la mezcla. El sistema jeneral del tratamiento no produce suficiente material que permita operar exclusivamente el polvo.

Hai un punto sobresaliente que se refiere a esta instalación. Aunque el equipo principal se instaló para evitar los procesos de embargo i el nuevo kilns se instaló con el objeto principal de tratar el material depositado, como la instalación de la planta demostró la inconveniencia de emplear el material recojido para abono de suelos, el resultado final fué la primera planta que haya obtenido la recuperacion comercial de la potasa i en la cual las sales potásicas solubles se obtienen directamente de la roca feldespática. La mezcla bruta de esta planta se compone de piedra calcárea i un granito descompuesto, rico en material feldespático. Este granito descompuesto varia mucho en las diferentes partes de las excavaciones, pero contiene cerca de 0.75% del 1% de  $K_2O$  como término medio. El granito forma un cuarto de la mezcla bruta dando un contenido de  $K_2O$  en la mezcla bruta de ménos de un quinto del 1%. El contenido de potasa en el polvo del tratamiento en el sistema principal, es por término medio de 2%, mién-

tras que el producto final excede de 20 % de  $K_2O$ , cuando el polvo se quema exclusivamente en el kiln concentrador. Se recoje cuatro a cinco toneladas de este concentrado cada veinticuatro horas. Este material se usa como un abono en los bosques i en las haciendas pertenecientes a las Compañías de cementos i el resto se vende dejando una buena ganancia a la Compañía. Aunque estos resultados no son sobresalientes del punto de vista de la manufactura independiente de la potasa, sirven para demostrar fuera de todo comentario las posibilidades de la recuperacion de la potasa del feldespato, particularmente si puede obtenerse como un subproducto de la fabricacion del cemento. Existen vastos depósitos de feldespato, que tiene un porcentaje bastante subido, mas o menos 10 % de  $K_2O$ ; mientras que el material de Riverside tiene solamente tres cuartos del 1 %.

Antes de la conclusion de las instalaciones de Riverside se habia intentado mui poco en pro del adelanto comercial de estos procesos, considerándose una política mas segura ocuparse de detalles en unas pocas instalaciones contiguas a la planta. Durante los comienzos de 1912, el Dr. Cottrell fué el alma de la formacion de la «Research Corporation», que es, en cierto limite, subsidiaria del Smithsonian Institution i él jenerosamente donó a ella todos los derechos de sus procesos en los Estados Unidos al Este de Rocky Mountains, esceptuando los aplicados a la industria del cemento. Estos últimos derechos en el Territorio Occidental de los Estados Unidos, habian sido ya adquiridos por los que actualmente forman la Watern Precipitation Co., que tambien retiene los derechos al proceso en Canadá i Méjico.

Despues de la conclusion de las instalaciones de Riverside i de la formacion de la Research Corporation, fué jeneral la prosecucion del desarroilo comercial de estos procesos. En la fundicion de Garfield, cerca de Salt Lake City, los gases de los convertidores de cobre se tratan en un precipitador de tipo diferente a los ya descritos. Los electrodos colectadores son de cilindro de cinco pulgadas de diámetros, los electrodos de descarga están suspendidos a lo largo del eje del cilindro. Este tipo lo diferenciaremos del tipo de Selby, llamándolo «Tratador de tubos múltiples» i el otro «Tratador de placas». Los ensayos en Garfield, se realizaron en 1911 i la instalacion final empezó a trabajar en 1914. La instalacion consiste en siete secciones cada una, disponiendo cada unidad de enerjía eléctrica independiente. Cada seccion se compone de 360 tubos de fierro de cinco pulgadas i diez pulgadas de largo, en total 2,520 tubos. En esta instalacion se trata el volumen total de gas del convertidor o sea 200,000 piés cúbicos por minuto aproximadamente. En contraste con el precipitador de Selby, Balaklala i Riverside i la instalacion de Garfield, se construyó completamente para conseguir una economía en las pérdidas del cobre i plomo proveniente de los convertidores. La eficiencia de la precipitacion de las materias suspendidas es en término medio de un 90 %. La instalacion incluyendo el equipo eléctrico,

pero sin incluir las conexiones de las chimeneas, tiene un valor aproximado de cincuenta mil dollars; la energía consumida es de 50 kilowatts, solamente se ocupa un operador i un ayudante por turno.

La instalacion reciente en la planta de Riverside Portland Cement Co., mencionada mas arriba, es tambien del tipo de tubos múltiples. Este precipitador consiste de 480 tubos de doce pulgadas de diámetro, por diez pulgadas de largo. El tiraje en el kilns, se obtiene por un ventilador aspirador instalado en el escape del precipitador. El potencial del aparato es de 45,000 voltios, i una de las antiguas unidades eléctricas de reserva se usa para suministrar la energía a esta nueva planta precipitadora. No se necesitan operarios adicionales con este precipitador; el personal que opera la antigua instalacion puede fácilmente vijilar el trabajo adicional que requiere esta nueva unidad. El consumo de energía es de cinco kilowatts.

La instalacion mas grande para usos metalúrgicos es la reciente instalada cerca de Globe, Arizona, en la nueva Inspiration Smelter of the International Smelting & Refining Co. Se han instalado en esta planta dos instalaciones completas precipitadoras. La mas grande de las dos, trata los gases de los convertidores de cobre. El volumen total de gas de este precipitador se estima en unos 300,000 piés cúbicos por minuto. Actualmente aun no se obtiene la produccion total de la fundicion, porque el nuevo molino de inspiracion no se ha terminado hasta el presente i siempre se ha trabajado con un solo convertidor. La segunda instalacion recibe los gases de los secadores. El último es un nuevo problema de un interes especial. En los Molinos de Inspiration i Miami, los medianos de las mesas se tratan por el proceso de flotacion para recuperar los sulfuros finos. En la planta de Inspiration, los concentrados de la flotacion se filtran en filtros Oliver i se les secan en hornos Wedge, en seguida se les envía a los reverberos. Los hornos Wedges están equipados con doce precipitadores eléctricos colocados casi directamente encima de los hornos i cada precipitador se descarga independientemente por una chimenea corta a la atmósfera. Los precipitadores, por lo tanto, son virtualmente una parte de la chimenea. Cada uno de estos dos precipitadores consiste de veinte tubos doce pulgadas por 16 piés de largo i con electrodos de descarga de alambre de fierro. Estos precipitadores se han instalado con el objeto de economizar las partículas finas de polvo que se escapaban por el tiraje de los secadores, debido a la estrema fineza de los concentrados de la flotacion. La planta secadora ha trabajado desde un principio con completo éxito en la eliminacion de todas las partículas suspendidas. La instalacion de convertidores, como tambien la planta secadora, es del tipo de tubos múltiples, siendo de doce pulgadas de diámetro i quince pulgadas de largo. Esta instalacion comprende doce secciones de 64 tubos cada uno, o un total de 758.

Los datos mas recientes sobre las instalaciones convertidoras i secadoras en la fundicion de la Inspiration son las siguientes:

*Planta de convertidores.*—Volúmen del gas 265,000 a 300,000 piés cúbicos por minuto, los gases se desprenden de cinco convertidores de cobre.

La temperatura a la cual se tratan los gases es tal que permita pasar sin afectarlo la mayor parte del ácido sulfúrico por el precipitador, mientras que el cobre suspendido se precipita. Durante los ensayes finales, la pérdida total del cobre que pasaba con los gases de la chimenea llegaba a 54 libras por cada 24 horas. La cantidad de cobre en los humos es de 1,8%.

*Planta secadora.*—El volúmen del gas es de 25,000 a 30,000 piés cúbicos por minuto. Rendimiento prácticamente 100%, no se escapa material visible por la chimenea. Se recoje de 8 a 14 toneladas de material precipitado cada 24 horas.

Hai en trabajo otro precipitador de tubos múltiples en Trial, B. C., en la fundicion de la Consolidated Mining Smalting Co., en Canadá, Limited. Este precipitador se instaló con el objeto de economizar las pérdidas de plomo en los hornos de fundicion i consiste en 364 tubos de  $12\frac{1}{2}$ " pulgadas de diámetro interno por 15 piés de largo. La instalacion se divide en doce secciones de 32 tubos cada uno; todas son operadas actualmente por una unidad eléctrica. Este precipitador trabaja un tanto sobrecargado actualmente i para completarlo se estan instalando seis secciones adicionales. En esta instalacion se precipitan aproximadamente 100,000 piés cúbicos de gas por minuto a una temperatura que varia de 200 a 300° F. Los gases vienen de tres hornos nuevos de plomo instalados recientemente en esta fundicion. El polvo recojido actualmente en el precipitador, sin tomar en cuenta el recojido de los tubos colectadores, se aproxima a seis toneladas por dia. El polvo recojido tiene por término medio un 65% de plomo i lleva pequeñas cantidades de plata. El plomo se presenta en forma de óxido, sulfuro i sulfato, en proporciones variadas que dependen de las del horno. Este polvo fino se concreciona, siendo suficiente colocar el polvo en cilindros con revestimiento de ladrillos de fondo perforado i con una abertura en la parte superior. La formacion de las concreciones empieza por el calentamiento local con unos cuantos trozos de leña i en seguida se hace pasar por la masa. El material así formado se envia a los hornos de fundicion. La instalacion de Trial, consume cerca de 15 kilowatts de enerjía eléctrica i es suficiente para completar la vijilancia un operador por turno. Este precipitador difiere de otros precipitadores mas nuevos en que no lleva un sistema mecánico de limpieza; la jerencia ha considerado que el operador no tendria suficiente trabajo si se eliminaba la tarea de sacudir los tubos. El costo de esta instalacion no puede ser calculado fácilmente porque comprende una parte del trabajo estensivo de reconstruccion que afecta a todo el departamento de los hornos de fundicion. Se estima que la instalacion

completa, sin tomar en cuenta las conexiones de tubos, tiene un valor de treinta a treinta i cinco mil dollars. El potencial de trabajo en este precipitador es de 75,000 voltios.

Se ha terminado recientemente en Trial un segundo precipitador, que trata gases combinados de dos hornos Wedges, una máquina Dwight Lloyd Sintering i 36 crisoles Huntington Heberlein. En esta planta otro precipitador está en construccion para tratar los gases de los convertidores. Tambien se intenta la instalacion de un precipitador eléctrico en la Refinería de Trial para precipitar el polvo del horno Dore i del crisol de fundicion. El gas de este último lleva una cantidad considerable de plata, cierta cantidad de oro i cerca de 55% de antimonio. El problema metalúrgico consistirá en separar el arsénico del antimonio despues que se recoja el polvo.

Un problema similar al de la Refinería de Trial se ha presentado en la instalacion de un precipitador en la Refinería de la Ratican Copper Work at Perth Amboy, New Jersey. Esta instalacion es de un interes particular, porque el precipitador se instaló a continuacion de los lavadores, los cuales eran anteriormente considerados como suficiente para la purificacion de los gases. Las cantidades recojidas, sin embargo, son suficientes para asegurar un gran ítem de economía, particularmente porque los costos de operacion son mui bajos i la enerjía eléctrica consumida es ménos de 3 kilowatts i no necesita cuidadores especiales.

Se han hecho otras numerosas instalaciones para trabajos de metalurgia i química; algunos permanentes i otros experimentales. Como el tiempo por ahora es corto, dejaremos esto a un lado, pues una descripcion de ellas seria en los mas una repeticion de lo ya dicho al describir las instalaciones anteriores. Es suficiente establecer que cada instalacion particular requiere un nuevo arreglo de las partes para satisfacer las necesidades estructurales o reajustes del sistema de electrodos, cambio en los detalles de construccion i modificacion de equipo eléctrico para que reuna las condiciones especificas determinadas por la composicion del gas i composicion del polvo i la temperatura. Puede ser de interes, sin embargo, mencionar únicamente algunas de estas instalaciones para mostrar la gran variedad de problemas que estos procesos han venido a solucionar.

En la Omaha Refining of the American Smelter and Refining Co., se ha instalado un precipitador para recojer los vapores del ácido sulfúrico, semejante al primer precipitador instalado en la Selby Work. En la Baltimore Refinery, se va a construir una instalacion similar.

En Tooele, Utah, se ha instalado un precipitador, para tratar los gases de dos Dwight Lloyd Sintering Machines, un total de 24,000 piés cúbicos de gas por minuto. El polvo recojido es en su mayoría óxido de plomo, pero lleva gran cantidad de sulfuros elementales. Esta planta se va aplicar para cubrir las ocho máquinas concrecionadoras restantes.

En los Golschmidt Detinning Work, cerca de Chicago, se recoje óxido de estaño; en los Vulcan Detinning Work, cerca de New York, se hicieron experimentos que demostraron la posibilidad de recojer cloruro de estaño hidratado. En la King County Foundry, se recojió una mezcla de óxido de estaño i óxido de zinc; este polvo resultó de la fusion de estaño viejo en un horno de cúpula, lo que fundian para la manufactura de contrapesos de puertas i ventanas.

En la Tacoma Smelter of the American Smelter and Refining Co., se instaló una planta para tratar todos los gases provenientes de la fundicion; los gases combinados de todos los hornos pasan a una sola chimenea, a un tubo comun. El volúmen del gas varia entre 400 a 500,000 piés cúbicos por minuto.

En los trabajos de ácido sulfúrico de la Chemische Fabrik Griesheim, cerca de Frankfúrt, Alemania, se está estrayendo el polvo de los gases calientes de los hornos Wedges, ántes que penetren a la torre de Glover. En esta instalacion, la estraccion del polvo es prácticamente completa, la calidad del ácido ha mejorado completamente i se han eliminado las dificultades en la manufactura ocasionadas por la obstruccion de las torres de Glover, en su totalidad. Esta instalacion trata tres mil piés cúbicos de gas por minuto a una temperatura de 450° C. Consume ménos de un kilowatts de enerjía eléctrica; no necesita cuidado especial. Se recojen cerca de 400 libras de polvo cada veinticuatro horas, el cual consiste en su mayor parte de óxido de fierro con pequeñas cantidades de arsénico. Recientemente en la Chemische Fabrik Bochum, cerca de Hannover, se han construido otras cuatro instalaciones semejantes i tambien otra en la Elberfelde Farbenfabrik, cerca de Cologne. Tambien se hicieron sobre un problema semejante en las plantas de la Works of the Crasselli Chemical Co., en Cleveland, Ohio, i actualmente se construye en esa planta.

Vapores de ácido sulfúrico serán recojidos de los gases de los tostadores ántes que éstos se escapen a la atmósfera, en un precipitador que está actualmente en construccion en la fundicion de la Sulitjelma, Norway. Trabajos similares se completan en Arizona, donde este problema tiene un valor económico especial. Si las grandes cantidades de ácido sulfúrico que ahora se escapan en los gases de los calcinadores pudiese recojerse a un costo barato, podrian en seguida usarse para la lixiviacion de los minerales de cobre oxidado de baja lei, tan abundantes en esa seccion del pais.

Se está instalando actualmente un precipitador en la planta de cobre de la Duisburg, cerca de Dusseldorf, para la purificacion de los gases combustibles provenientes de los hornos de fierro, ántes de quemar estos gases en la seccion calderas. Se han efectuado ensayos de un problema semejante en la planta de la Bethlem Steel Co., at Bethlem, Pennsylvania.

Estamos actualmente realizando una serie de numerosos ensayos en

Gas Work in Vancouver, B. C., en la cual una etapa es la separación del alquitran del gas de alumbrado por medio del proceso eléctrico. Esto ha tenido completo éxito. Un trabajo similar se ha llevado a cabo en Ann Arbor Gas Work.

Se ha recojido carbon i negro de humo de los gases de los calderos en la planta experimental del Bureau of the Mines en Pittsburg, i de los gases de los jeneradores en la Gas Work en Portlant, Santa Rosa, (California). La dificultad principal que se presenta en este problema, es la de extraer el carbon recolectado en los electrodos. Como este no es un problema simple, hemos dedicado la mayor parte de nuestros esfuerzos a otros campos.

El Naftaleno i otros hidrocarburos pesados se recojen en la planta de briquetas, de la Gas Work, en Portlant, (Oregon), donde el negro de humo de los jeneradores de gas a petróleo se seca i en seguida se aprensa en forma de briquetas para usarlo como combustible.

Se hicieron ensayos en Nippissing, (Ontario), para recojer vapores de mercurio que se desprenden durante el refinamiento de la amalgama esponjosa. El proceso recojia eficazmente estos vapores.

Se ha instalado un precipitador en la planta de la Universal Portlant Cement Co., cerca de Chicago, un problema parecido a la planta de Riverside. Este precipitador se instaló por vias de ensayo; pero recibia todos los gases de un Kilns grande, aproximadamente cien mil piés cúbicos por minuto trabajando bajo temperatura excesiva.

Varias sustancias similares manufacturadas como la leche seca, huevos secos, etc., ha recojido con éxito i un precipitador que se ha instalado en la Milk Flour Co., en Chicago.

Polvo de azúcar se ha recojido en un precipitador experimental en la Fábrica de la California Hawaiian Sugar Refining Co., en Groket, (California). Vapores de ácido clorhídrico se recojen en la North Work de la American Steel and Wire Co., en Worcerter Hasw.

Se está haciendo una instalacion para la precipitacion del óxido de zinc en la planta of the Chase Rolling Mill Co.

Una gran instalacion está en construccion en la fábrica de papel de Brown Corporation en la Tuque, Quebec, (Canadá). Esta instalacion recuperará las sales de soda, llevada por el tiraje de los hornos especiales de reduccion usados en esa planta.

Se han tratado muchos otros materiales a manera de experimento; pero esta lista incompleta de aplicaciones comerciales ilustra claramente el ancho campo de posibilidades que poseen estos progresos.

Al terminar, deseo llamar la atencion nuevamente sobre dos características de los procesos que presentan un interes particular, porque ellos abren nuevos campos al desenvolvimiento industrial i modifican los métodos actuales en la práctica industrial.

La primera es la precipitacion fraccionada con control de las temperaturas. El mero hecho que los procesos de Precipitacion Eléctrica puedan efectuar una separacion completa de material, suspendidas en gases a diferentes temperaturas, presenta inmediatamente la posibilidad de separar dos o mas sustancias volátiles, unas tras otras, siempre que dichas sustancias se condensen a diferentes temperaturas o la de separar una sustancia volátil de un polvo no volátil; por ejemplo: Si se necesita separar arsénico de un polvo que contenga cobre solo, se necesita hacer pasar los gases por un precipitador a una temperatura sobre el punto de condensacion del arsénico i precipitar el polvo que contiene el cobre; en seguida, si se desea recojer el arsénico, los gases podrian enfriarse por radiacion o incluyéndoles una corriente fria de aire hasta la temperatura que el arsénico forme polvo, los gases en seguida pasan por un segundo precipitador en el cual puede precipitarse i recojerse.

El problema ha sido realizado con éxito en Anaconda i actualmente hai una instalacion permanente en esa fundicion. En los ensayos, el polvo corriente de la fundicion se calentaba en un calcinador Godfrey para eliminar el arsénico. En el proceso de calentamiento, los gases de los hornos llevaban consigo cantidades considerables de polvo. Estos gases en seguida pasaban por un precipitador eléctrico así calentado i todo el polvo se precipitaba. Los gases se enfriaron en seguida, dejando entrar el aire frio i el polvo resultante de arsénico se precipitaba en un segundo tratador. Por este método se recojió el arsénico con una pureza de 99,8% de  $As_2O_3$ .

Este problema tiene una importancia particular en Anaconda, donde se proponen recojer todos los polvos que se escapan actualmente por la chimenea matriz. La gran cantidad de arsénico en el polvo hace imprescindible su eliminacion del polvo, ántes que vuelvan a los hornos, con el objeto de evitar una circulacion de arsénico entre los hornos i el precipitador, i su acumulacion mas allá del límite controlable. Se propuso eliminar el arsénico por el método que se acaba de describir.

Otra aplicacion interesante del mismo principio es la separacion de ácido sulfúrico del polvo; por ejemplo: En los gases de los calcinadores que siempre llevan en el polvo cantidades considerables de  $SO_3$  que resulta de la conversion de  $SO_2$  por la accion catalítica del óxido de fierro en el horno. Para obtener este ácido solo se necesitaria extraer el polvo de los gases caliente del tostador i en seguida enfriar i humedecer los gases para recojer el vapor restante del ácido sulfúrico. Se hacen actualmente investigaciones de este problema en el territorio del Suroeste, siendo el primer deseo elevar la conversion de  $SO_2$  a  $SO_3$  con el objeto de tener una cantidad mayor de ácido.

Las ventajas de dichos tratamientos en serie serán visibles inmediatamente cuando se les relacione con procesos como la volatilizacion de los

metales para recuperar los respectivos metales de sus minerales complejos o de baja ley; dichos tratamientos en serie no solamente permitirán recuperar los constituyentes valiosos, sino que ofrecen posibilidades para su concentracion. Se están realizando trabajos experimentales en este campo, pero estos no han avanzado lo suficiente para permitir la esplicacion de esposiciones.

La segunda característica es la precipitacion de constituyentes gaseosos. Este pudo hacer en ciertos casos, mezclando íntimamente con los gases materiales mui finos, de tal manera que reaccionen o absorban los contenidos gaseosos que se desea recojer, en seguida precipitar las partículas suspendidas que llevarán consigo el gas absorbido o combinado. Una aplicacion interesante de este proceso se ha hecho en la Hooker Electrochemical Works en Niágara, New York, en el departamento de polvos de desmanche. Las torres de absorsion, en las que se absorbe el cloro para la manufactura del hipo-clorito de cal (desmanche), no daban anteriormente una absorsion completa i salian a la atmósfera pequeñas cantidades de cloro que ocasionaban molestias. Ahora se les agrega polvo de cal hidratada en los tubos que llevan los gases al espacio. Este polvo absorbe el cloro i el polvo de cal junto con el cloro absorbido, se separa de los gases en un precipitador eléctrico. Este aparato trabaja mas de un año i a entera satisfaccion. Se trata cerca de 30,000 piés cúbicos por minuto i el cloro es efectivamente separado, de manera que los gases de escape son ahora absolutamente no irritantes.

Tales procesos combinados serán sin duda de gran valor a las variadas industrias químicas para simplificar muchos procedimientos donde hayan grandes cantidades de gases en contacto íntimo con reactivos sólidos o líquidos.

WALTER A. SCHMIDT.



## El Acetileno como precipitante de plata en soluciones cianuradas <sup>(1)</sup>

---

El Bureau of Mines ha efectuado últimamente en Nevada algunas experiencias de precipitación en soluciones cianuradas de metales nobles empleando como precipitante el acetileno obtenido del carburo de calcio comercial. Aunque este procedimiento no es nuevo, pues está patentado desde 1900 por W. Martin i F. Stubbs, no se habia llegado a conclusiones decisivas en cuanto a la identificación química del precipitado i a la aplicación industrial de la patente ya citada.

De los trabajos hechos por el Bureau of Mines resulta que el acetileno del carburo comercial precipita mas o ménos toda la plata, pero no así el oro, que permanece disuelto. Se ha llegado a establecer que el precipitado de color negro que se obtiene con el tratamiento, no es un acetiluro arjén-tico como se creia; pues este compuesto que se forma mediante la acción del acetileno sobre una disolución amoniacal de nitrato de plata, es de color blanco amarillento, soluble en cianuro de potasio i altamente explosivo; características que no tiene el precipitado negro. Al preparar grandes cantidades de éste, se encuentra que la lejía libre de él contiene sulfuros solubles, hecho que dió márgen en las experiencias para calificarlo de sulfuro de plata. Esta calificación se confirmó mas tarde observando que el acetileno libre del hidrógeno sulfurado que puede contener no tiene poder precipitante en las soluciones de cianuro i sin embargo forma acetiluro de plata en la forma ya descrita.

Con estos resultados las investigaciones se orientaron para determinar si el cianuro preparado con cianámidá, que contiene algo de carburo de calcio, tenia efectos perjudiciales precipitando la plata durante la cianuración. Se llegó a la conclusión de que la cantidad de hidrógeno sulfurado jenerado era tan pequeña que la cantidad de plata precipitada era prácticamente despreciable.

---

(1) Extracto de un artículo publicado en el «Mining Journal», de Mayo 20.



## CORRESPONDENCIA

### Legislacion carbonifera.—Denunciabilidad de yacimientos.

*Santiago, 2 de Junio de 1922.*

Con suma complacencia ha tomado nota el Directorio de la iniciativa de US. para promover el estudio de las reformas que convenga adoptar con respecto a la legislacion de la propiedad carbonifera, que se contiene en la comunicacion de US. N.º 522, fecha 17 del mes próximo pasado.

Es este un asunto que viene persiguiendo la Sociedad Nacional de Minería desde hace largos años i a cuyo estudio ha consagrado su atencion en diversas oportunidades, puntualizando su opinion en numerosos proyectos elevados a la consideracion del Supremo Gobierno.

A medida que el tiempo ha ido trascurriendo, se ha ido haciendo el problema mas i mas complejo, pero a la vez ha ido aumentando la necesidad i urgencia de legislar sobre la materia.

La denunciabilidad de los terrenos que contienen yacimientos de carbon es una medida que nadie pone hoi dia en discusion, pero no siempre se sabe que tal medida debe venir acompañada de una reglamentacion tan justa como cuidadosa, encuadrada al mismo marco que para este fin han adoptado las naciones civilizadas del mundo.

Al declarar la denunciabilidad de los terrenos carboníferos con el sano propósito de cooperar a la libre explotacion, debe cuidarse esmeradamente en prevenir dos grandes males: la especulacion a que daria oríjen i el lesionamiento de los lejítimos intereses ya creados al amparo de la antigua lei.

Desde hace alrededor de seis meses este Directorio tiene designada una Sub-comision para el estudio i revision de los proyectos que dicen relacion con la materia, pero por causas ajenas a su voluntad, aun no habia dado término a su cometido.

La iniciativa de US. llega, pues, en momento mui oportuno i significa para el Directorio una seguridad de éxito ya que el Proyecto de Lei que se elabore esta vez llevará el sello oficial i será impulsado como medida de Gobierno.

El Congreso Chileno de Minas i Metalurjia, organizado por esta Sociedad el año 1916, llegó a las siguientes conclusiones en esta materia:

«CONCLUSION 2.ª.—Se aprobó la denunciabilidad de los yacimientos «carboníferos situados en terrenos de propiedad particular, en las condi-

« ciones siguientes: 1.<sup>a</sup> Otorgar un plazo de tres años ántes que rija la de-  
« nunciabilidad para que los propietarios de la superficie constituyan per-  
« tenencias mineras sobre los mantos carboníferos descubiertos o que des-  
« cubrieran durante el plazo.

«2.<sup>a</sup> Establecida la denunciabilidad, las concesiones se harán en favor  
« del descubridor, otorgándole un plazo para que se procure los capitales  
« necesarios para la explotación e inicie una producción mínima que deter-  
« minará la ley, bajo pena de caducidad.

«3.<sup>a</sup> El dueño del suelo gozará en todo caso de una regalía de tanto  
« por tonelada que se explote.

«4.<sup>a</sup> El Gobierno tendrá la facultad de hacer reconocimientos i el de-  
« recho a una participación en los mantos carboníferos que pusieren de  
« manifiesto los reconocimientos que se hiciere. Esta participación se ven-  
« derá en pública subasta.»

Estas conclusiones sintetizan la opinión de los abogados i técnicos  
mas competentes en la materia, reunidos en dicho Congreso, pero sólo  
puede decirse que enumeran lijeramente los puntos principales que debe  
abordar la reforma de la legislación.

A completarlos estaba destinado el estudio que hacia la Sub-comision  
designada por el Directorio i la iniciativa de US. viene ahora a señalar nos  
un camino mucho mas espedito.

En la nota ya citada US. se sirve pedir al Directorio que indique el  
procedimiento a su juicio mas corto para realizar un estudio que dé como  
resultado la elaboración de un Proyecto de Lei; i el Directorio, en sesion  
de ayer acordó rogar a US. se sirva designar una comision oficial en la cual  
si US. lo tiene a bien, podría dar cabida, en representación de esta Socie-  
dad, al Presidente infrascrito i a los miembros del Directorio señores Manuel  
A. Prieto, Maulen Tirapegui i Cárlos Lanás.

Convendría tambien que figurara en dicha comision uno o dos aboga-  
dos especialistas en legislación minera i algunos representantes de la in-  
dustria carbonífera.

Dios guarde a US.

J. GANDARILLAS M.,  
Presidente.

O. Martínez C.,  
Secretario.

Al señor Ministro de Industria i Obras Públicas.

**Delegados a los Congresos de Ingeniería i Carbon i Combustibles  
en el Brasil.**

*Santiago, 2 de Junio de 1922.*

En ocasion de las festividades del Centenario de la Independencia Nacional, que tendrán lugar en el Brasil en Setiembre próximo, se celebrarán en Río Janeiro dos Congresos de gran importancia: el uno Internacional de Ingeniería i el otro de Carbon i Combustibles.

En ellos se debatirán asuntos de mucha actualidad para nuestro país i habria conveniencia en que estuviéramos allí representados.

Por este motivo el Directorio, en su última sesion, me ha dado el encargo de rogar a US. se sirva considerar la idea i, si lo tiene a bien, se dignara recabar oportunamente la inclusion de uno o dos ingenieros en la Delegacion Oficial que representará al Supremo Gobierno en dichas festividades, procedimiento que permitiria concurrir a dichos Congresos i participar de los resultados que se deriven de sus deliberaciones i acuerdos sin costo alguno especial para el Fisco.

Dios guarde a US.

J. GANDARILLAS M.,  
Presidente.

O. Martínez C.,  
Secretario.

Al señor Ministro de Industrias i Obras Públicas.

---

**Coleccion de minerales.—Se agradece su donacion.**

*Santiago, 27 de Junio de 1922.*

Distinguida señora:

Solamente hoi ha llegado a mis manos su atta. carta de 19 del presente, por la cual pone Ud. a disposicion de esta Sociedad la coleccion mineralógica formada por su señor esposo, don Enrique Concha i Toro, durante su esforzada vida de minero.

Miéntras puedo dar cuenta oficial del jeneroso donativo de Ud. en la próxima sesion del Directorio, me apresuro a espresar a Ud. nuestro reconocimiento, pudiendo anticiparle que la coleccion será colocada en nuestros salones en forma que recuerde materialmente la memoria de su digno esposo,

grabada con caracteres indelebles en los anales del progreso de la minería nacional.

Oportunamente tendré el honor de comunicar a Ud. los acuerdos que el Directorio adopte al respecto i entre tanto sírvase aceptar las espresiones de mi consideracion personal.

J. GANDARILLAS M.,  
Presidente.

O. Martínez C.,  
Secretario.

A la señora Teresa Cazotte de Concha.—Santiago.

---



---

## SUMARIO DE REVISTAS

### *Revista Minera, Metalúrgica i de Ingeniería*

- Mayo 8.—Terremotos.—La decadencia de las piritas de Huelva i Sevilla.—  
El óxido del carbono en las minas, tratamiento de intoxicados, etc.  
Mayo 16.—El empleo de oxígeno líquido como explosivo.—El óxido de  
carbono en las minas, 4.<sup>a</sup> publicacion.—Terremotos.

### *Caliche*

- Mayo.—Por qué no son recomendables las Centrales de Fuerza en la industria salitrera.—Dosímetro eléctrico para agua.—Hornos para quemar azufre.

### *Ingeniería Internacional*

- Mayo.—Sifones vertederos.—Conversion de un motor bifásico en trifásico con devanado nuevo.—Determinacion mecánica de los esfuerzos en construcciones complicadas.—Alumbrado eléctrico para poblacio-

nes pequeñas.—Contabilidad de costo en los talleres de reparación.  
—El Mineral de Chuquicamata.—Esplosivos en las minas de carbon.

*Giornale di Chimica Industriale*

Mayo.—Determinacion del cromo en el acero.—Costo del ácido nítrico por el procedimiento del arco eléctrico.—Estraccion de bitúmenes de los esquistos.—Determinacion rápida del azufre.

*Mining Journal*

Mayo 20.—El acetileno como precipitante de soluciones cianuradas de metales nobles.

*Industrial Engineer*

Mayo.—Cómo pueden eliminarse las confusiones cuando se piden accesorios eléctricos.—Diagnóstico i remedio para las fallas de los motores síncronos.

*Mining Magazine*

Mayo.—Determinacion del aluminio por el método del fosfato.—Descubrimiento de una nueva propiedad del Teluro.—Ventilador movido por aire comprimido.—Máquina de flotacion de Mont Lyell.—Jeología de los yacimientos de la Braden Copper Co.

*Bulletin Institution of Mining and Metalurgy*

Mayo.—El tratamiento de concentrados piríticos que contengan estaño.

*Journal of the Franklin Institute*

Mayo.—Método de calcular la fluidez, tension superficial i presion de equilibrio.—Conmutacion en dinamos de corriente continua.

*Transactions of Institution of Mining Engineers*

Mayo.—Acero Stainless.—Las curvas características de los ventiladores

i su aplicacion a pre-determinar su capacidad i eficiencia tanto en paralelo como aisladamente i con distintas resistencias.

*Chemical and Metallurgical Engineering*

- Mayo 3.—Fierro obtenido en el horno eléctrico.—El «Packed Cell» procedimiento para la fabricacion de ácido sulfúrico.—Planta eléctrica para produccion de acero.—El sistema furfuralagua.—Determinacion de la penetracion de los preservativos en la madera.—Produccion de grafito.—La industria de la mica en 1921.—Reduccion de las pérdidas de combustible en la industria del acero.—Recuperacion del calor irradiado en los hornos rotativos.
- Mayo 10.—Sodio metálico.—Prueba de extinguidores para incendios de polvos de Zn.—Desarrollo del Zn electro-térmico.—Eliminacion del azufre en el fierro fundido.
- Mayo 24.—Estudio del efecto de las impurezas en las baterías eléctricas.
- Mayo 31.—Efecto del azufre en el acero para remaches.—Ensaye de corrosion en aceros cromados.—Análisis espectroscópicos de bronces.

*Iron and Coal Trade Review*

- Mayo 5.—Práctica británica en el horno Siemens.—Recientes progresos en la produccion de energía.—Descarburacion del acero comun por el hidrógeno.—Influencia de los óxidos disueltos sobre la carburacion i endurecimiento de los aceros.—Control de las puertas en el interior de los piques.—La caldera Spearing.
- Mayo 12.—Planta clasificadora en las minas de New Stubbin.—Compañía de fierro i acero de Hoskins.—Argentina como mercado de fierro i acero.—Carga del horno de fundicion.—Coke de carbones no cokificantes.
- Mayo 19.—Comité de lámparas mineras.—Instalacion de lavado en la Deep Navigation Colliery.—Fierro i acero en Bélgica.—Seguridad ante todo.—Condensador de superficie.—Cojinetes de bolas en las plantas carboníferas.—Progresos en la industria carbonera.
- Mayo 26.—Carbonizacion a baja temperatura.—Circadora eléctrica.—Fierro i carbon en Chile.—La huelga carbonífera americana.

*Engineering and Mining Journal Press*

Mayo 27.—Por que no se trabajan las minas del Asia Menor.—Costo de molienda i tratamiento de minerales. — Efectos fisiológicos del óxido de carbono.—Operaciones técnicas de la Chile Copper Co. durante 1921.

*Revue Universelle des Mines*

Mayo 1.º—Las minas de Kilo-Moto, su evolucion, su porvenir.—Los aceros i fierros cromados.—Las turbinas a vapor modernas.—Utilizacion de combustibles pobres i desechos de hulla.

Mayo 15.—Las canalizaciones subterráneas ¿acero o fundicion?—Las turbinas a vapor modernas.—Cálculo de vigas cargadas irregularmente.—Síntesis del amoníaco.

*Mining and Metallurgy*

Mayo.—La huelga del carbon.—La crisis del carbon en 1922.





COMPAÑIAS	Valor de la accion		DIAS										Cotizacion nominal
	Pagado	Nominal	2		9		16		23		30		
			Santiago	Valparaiso									
San Bartolo	\$ 20	...	15	..	...	...	...	...	14,20	...	..	...	...
Tocopilla...	£ 1	...	...	92½	...	...	...	...	...	...	80	...	...
ESTAÑO													
Araca.....	£ 1	...	70	...	...	...	80½	80½	...	80	80¼	79½	...
Chacaltaya	sh 15	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	11¾
Sto. Cristo.	...	...	15½	...	...	...	15½	...	11½	...	...	...	...
Colquirí. . .	\$ 5	...	1,40	...	...	...	...	...	1	...	1	...	...
Fortuna	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	8
Colquirí.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	8
Llallagua...	£ 1	...	326	329	319½	320	...	...	303	...	...	318	...
Monte Blan-	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3½
co.....	£ 1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3½
Oruro.....	\$ 20	...	...	20½	...	...	...	...	...	20	...	...	...
Oploca.....	£ 1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	78
S. José de	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Oruro (A).	£ 1	...	6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
S. José de	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Oruro (B)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	8½
Total.....	£ 1	...	...	...	2¼	...	...	...	3	...	...	...	...
Yaco.....	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2
CARBON													
Arauco.....	\$ 10	...	...	...	2¼	...	...	...	...	...	...	...	...
C. de Penco	...	...	...	...	...	...	50	...	...	48¼	...	...	...
Coronel....	\$ 20	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3
Lebu.....	£ 1	...	...	...	...	...	79	...	...	...	76	...	...
Minerae In-	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
dustrial..	\$ 50	\$ 50	44	44¼	44½	...	44	44	44½	44¾	...	...	...
Máfil.....	\$ 50	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	95
Schwager...	£ 1	£ 1	...	68	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PETROLÍFE-													
RAS													
Cacheuta. .	\$ 5	...	4	...	3½	...	3½	...	...	...	3¼	...	...
Caupolican.	\$ 10	...	7½	...	6¾	...	6½	...	5¾	...	6½	...	...
Nacional de	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Petróleo.	\$ 5	...	...	...	0,55	...	...	...	...	...	...	...	...
Rafaelitas..	...	...	10¾	10¾	12	12½	13	13	...	...	...	...	...

COMPAÑIAS	Valor de la accion		DIAS										Cotizacion nominal	
	Pagado	Nominal	2		9		16		23		30			
			Santiago	Valparaiso										
SALES PO-TÁSICAS														
Pintados...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2
SALITRERAS														
Agua Santa	£ 10	£ 10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100
Agua Verde	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	21
Alianza de de Taltal.	\$ 20	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2
Antofagasta.....	\$ 50	\$ 50	49½	49¾	49¾	49¾	50	50½	52	51½	...	52	...	..
Barcelona.	\$ 10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	5
Boquete....	£ 1	...	...	...	...	4	...	...	...	...	...	...	...	..
Castilla....	\$ 25	...	...	...	...	15	...	...	...	...	...	...	...	..
Cerrillos Antofagasta.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3
Chilena de Salitres..	£ 1	...	...	14½	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..
Dones.....	£ 1	£ 1	...	...	...	...	...	...	...	17¾	18½	19	...	..
Flor del Desierto....	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	50
Galicia.....	£ 1	...	...	...	...	32¾	...	32¾	...	34½	36½	35¾	...	..
Lastenia....	£ 1	£ 1	32½	33	33½	33½	33½	33¾	34¾	34	...	34½	...	..
La Union..	\$ 20	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	13
Loa.....	£ 1	...	...	...	...	...	76½	76½	...	79¾	...	...	...	..
Nueva Castilla....	\$ 20	...	...	...	...	15	...	...	...	...	...	...	...	..
Perseverancia.....	\$ 20	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	10
Peñon.....	£ 1	...	...	15¾	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..
Perfetti....	£ 1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	9½
Tocopilla..	£ 5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	720
Union de Taltal...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0,15

## CAMBIO I RECARGO DEL ORO

DÍAS	\$ m/c por	£ por oro 18d	Recargo oro %	DÍAS	\$ m/c por	£ por oro 18d	Recargo oro %
1	36.90	12.40	200.00	16	35.30	12.30	187.00
2	36.80	12.40	199.50	17	34.60	12.30	182.00
3	36.60	12.40	196.00	19	34.20	12.00	186.50
5	36.60	12.30	196.00	20	34.40	12.00	186.00
6	36.60	12.40	196.50	21	34.40	12.00	185.00
7	36.40	12.40	195.00	22	34.20	12.00	181.50
8	36.00	12.50	190.00	23	34.00	12.10	178.00
9	35.80	12.50	187.00	24	34.20	12.10	180.00
10	36.00	12.50	187.00	26	.....	12.10	181.50
12	36.20	12.60	188.00	27	34.80	12.20	185.00
13	36.40	12.50	190.50	28	34.80	12.10	184.00
14	36.20	12.40	191.50	30	35.30	12.10	186.00

## COTIZACIONES DEL COBRE

## QUINCENAL EN CHILE

## DIARIA EN LONDRES

DIAS	A bordo qq. m. \$ m/c			DIAS	£ por tonelada	
	Barra	Ejes 50%	Minerales 10%		Contado	3 meses
1.º.....	209.42	91.74½ escala 209 cent.	11.00½ escala 120 cent.	1.....	63. 2.6	63.10.0
16.....	197.31	86.25 escala 197 cent.	10.36 escala 113½ cent.	2.....	63. 8.9	63.16.3
30.....	202.42	88.80½ escala 202 cent.	10.63¼ escala 116¼ cent.	6.....	63. 2.6	63.10.0
SEMANAL EN NEW YORK				8.....	62. 7.6	62.15.0
DIAS		Cent. por libra		9.....	62. 0.0	62. 7.6
8.....		14.—		12.....	61. 7.6	61.12.6
22.....		13.¾		13.....	61. 0.0	61. 7.6
SEMANAL EN BERLIN				14.....	61. 7.6	61.12.6
DIAS		Marcos por qq. m. 99/99.3%		15.....	61.17.6	62. 2.6
2.....		7.525.—		16.....	61.17.6	62. 2.6
16.....		8.600.—		17.....	62. 5.0	62.10.0
				19.....	62. 5.0	62.10.0
				20.....	62.12.6	62.10.0
				21.....	61.15.0	62. 2.6
				22.....	61.15.0	62. 2.6
				23.....	61.10.6	62. 0.0
				26.....	61.12.6	62. 0.0
				27.....	61. 6.8	62. 0.0
				28.....	61. 5.0	61.15.0
				29.....	61.12.6	62. 2.6
				30.....	61.17.6	62. 2.6

## OTROS METALES

DIAS	PLATA		ESTAÑO		MOLIBDENO	MANGANESO		WOLFRAM
	Valparaiso K. fino \$ m/c	Londres 2 meses onza stan- dard peni- ques	Londres contado £	Berlin 99 m. Marcos	Londres 85% Chelines	Londres unidad peniques	N. York unidad Cents.	Londres 65% unidad Chelines
1	178.48	36 $\frac{1}{4}$	153. 5.0	...	...	...	...	
2	...	..	154.0 0	18.800	...	...	...	
3	...	...	...	...	30	13 $\frac{3}{4}$	11.6	
16	169.35	36	...	...	...	...	...	
17	...	...	...	...	30	13 $\frac{3}{4}$	12.0	
24	...	...	...	...	30	14 $\frac{1}{4}$	12.6	
30	170.10	36 $\frac{1}{8}$	...	...	...	...	...	

## SALITRE

1.º Junio,

Las ventas efectuadas por la Asociacion a los precios fijados por ellos durante la quincena que terminó el 31 de Mayo fueron como sigue:

	95%	96.1%
Junio.....	.....	200 Tons,
Julio.....	51,700 Tons.	1,750 »
Agosto.....	6,000 »	..... »
Setiembre a Diciembre, mensual.....	2,000 »	2,000 »

en todo como 75,000 toneladas.

El salitre libre está por el momento mui escaso i solamente sabemos de una transaccion de 2,000 toneladas mensuales entrega de Setiembre a Diciembre a 9/1 por calidad ordinaria.

Las ventas hechas por el «Pool» durante la quincena que terminó el 27 de Mayo fué de 24,661 toneladas de las cuales 10,000 toneladas mas o ménos han sido vendidas para la próxima estacion, de manera que las existencias aun sin vender han sido reducidas a 301,683 toneladas hasta esa fecha.

Una buena cantidad de fletes por salitre ha sido contratado por comerciantes europeos para embarques mensuales de Julio a Febrero i Octubre a Febrero a precios que varian entre 22/6 i 27/-.

16 Junio.

Las ventas hechas por la Asociación durante la quincena que termina hoy sube a más o menos 37,700 toneladas, i como puede verse por el resumen más abajo, la mayoría de estas han sido para entrega durante Julio. Esto demuestra que los compradores no se atreven a negociar a los actuales precios fijados por la Asociación i los fletes para embarque adelante.

Desde nuestra última Revista, las ventas han sido las siguientes:

	95%		96%
Julio.....	30,000	Tons.	6,600 Tons.
Agosto.....	500		.....
Setiembre.....	.....		600

La única venta que hemos oído que se haya hecho fuera de la Asociación ha sido 2,500 toneladas 95% entrega pronta en Iquique del salitre salvado del incendio que tuvo lugar en Junio del último año. El precio que se pagó por esto, entendemos, fué de 8/6 por cada 46 kilos.

Las ventas efectuadas por el «Pool» durante la quincena que terminó el 14 de Junio fué de 32,065 toneladas de las cuales 2,430 toneladas corresponden a entregas para la próxima estación. En total las existencias sin vender hasta esa fecha se dicen ser de 269,618 toneladas.

La producción durante Mayo con 32 oficinas trabajando subió a 1,595,100 qtls. españoles o sea una disminución de 934,600 qtls. comparado con el mismo período del año anterior cuando habían 59 plantas trabajando.

El total de lo esportado solamente alcanzó a 451,000 qtls. españoles durante el último mes, comparado con 1,402,000 qtls. que fué lo esportado durante Mayo de 1921.

El cuadro comparativo de lo Producido i Esportado en los primeros cinco meses durante los últimos cuatro años, se compara como sigue:

	<i>Qtls españoles</i>		<i>Qtls. españoles</i>
1919 Produccion.....	17.245,100	Esportacion.....	4.372,40
1920 » .....	21.699,700	» .....	30.833,200
1921 » .....	16.423,400	» .....	14.960,400
1922 » .....	7.655,800	» .....	5.453,900

30 Junio.

El total de las ventas hechas por la Asociación durante la quincena que termina hoy fué de 60,600 toneladas, dividido en la siguiente forma:

	95%	96-1%	97 3/4
	Tons.	Tons.	Tons.
Julio.....	58,900	8,650	1,000
Setiembre.....	.....	300	.....

El Comité de venta de la Asociación ha suspendido por ahora las ventas para entrega en Julio, pues con las 230,000 toneladas que se han vendido para dicha entrega, pueden sobrevenir dificultades debido a que los diferentes puertos de embarque no puedan cumplir los embarques de acuerdo con las condiciones de los contratos; i especialmente ahora que los trabajos estan tan reducidos en los puertos de embarque.

En la quincena que terminó el 24 del presente, las ventas del «Pool» subieron a 42,373 toneladas dejando por consiguiente un saldo sin vender en poder de ellos de 227,245 toneladas. Segun un cable recibido se calcula que el «Pool» quedaria con una existencia de 215,000 toneladas al 30 de Junio.

Lo esportado durante la primera quincena de Junio fué de 454,900 qtls. españoles comparado con 1.155,700 qtls. que fué lo esportado durante el mismo período el año pasado.

## CARBON

1.º Junio.

Las huelgas de carbon aun continuan en las rejiones carboníferas de Norte América i los precios han subido hasta ahora \$ 2 m/c. americana desde que estalló la huelga. Marcas de primera clase de carbon americano no se pueden por el momento dar a ménos de 55/- para salidas futuras, pero se podría obtener un pequeño lote en camino a 53/-.

Australiano West Wallsend Burwood i otras buenas marcas para entrega pronto como asimismo entrega adelante se cotiza a 52/-

Carbon de Gales se puede obtener a 55/- para cualquier entrega i West Hartley marcas de primera clase se cotiza a 52/-.

Los negocios en la costa aun son difíciles i parece de que no reaccionarán hasta que la industria salitrera vuelva a su actividad normal.

16 Junio.

Debido a las huelgas que aun continuan en los Estados Unidos, los precios para diferentes marcas han subido 0.60 m/c. americana de manera que el total del alza desde que comenzó la huelga, sube a \$ 2.60 m. americana. El carbon americano no se puede vender actualmente en puertos chilenos a ménos de 55/- i 56/- para salidas prontas i futuras.

Lo contrario puede decirse respecto al australiano, Gales i marcas inglesas, pues estos han bajado de precio, pero a pesar de esto, aun hai dificultades para negociar.

Australiano buenas marcas salidas Julio-Agosto i Agosto-Set. se ofrece a 50/- i se han vendido pequeños lotes en playa en puertos salitreros a 50/-.

Welsh Admiralty List puede ahora conseguirse de 52/6 a 54/- segun clase i West Hartley se cotiza a 50/- en camino.

30 Junio.

Las huelgas de las minas de carbon en los Estados Unidos aun continuan, i los asuntos tienden a complicarse mas, debido a que los Ferrocarriles ahora amenazan de cooperar a la huelga de acuerdo con los mineros.

No ha habido alza en los precios del carbon en los Estados Unidos, i nuestra cotizacion de 55/- a 56/- para carbon americano marcas de primera clase c. i f. puertos chilenos quedan sin variacion.

Ha habido una nueva baja en otras clases de carbones extranjeros pero aun es mui dificil poder hacer negocios.

Australiano se cotiza ahora de 47/- a 50/- segun destino i condiciones para salidas Agosto adelante.

Carbon Welsh i Yorkshire se ofrece de 55/- a 52/6 tambien segun condiciones.

West Hartley sin variacion a 50/- para embarque Agosto-October.

Pequeños lotes de Yorkshire Slack se han colocado a mas o ménos 40/- la mayoría para uso de carboneras.

## Índice Semestral del "Boletín Minero"

ARTÍCULOS	BOLETÍN	PÁGS.
Lei de esploracion i explotacion de yacimientos en el Perú	273-74	3
La aplicacion de la flotacion al carbon, por F. Benítez.....		16
La volatilizacion en la mina «Pope-Shenon», por Robert H. Bradford.....		23
El abastecimiento con agua subterránea del ferrocarril Lonjitudinal, entre Copiapó i Pueblo Hundido, por J. Felsche (continuará).....		30
El estado actual de la hidrometalurjia del cobre i el proce- dimiento Bardt.....		34
La produccion directa del acero, por E. H. Weiss.....		56
La barrena de diamantes en los campos petrolíferos, por J. S. Mitchell.....		63
El lugar del Japon en el mundo del carbon.....		68
Correspondencia.—La potasa catalana.....		76
Cotizaciones.....		80
El petróleo i la química.....	275	87
Jeología del petróleo.....		90
La lucha por la supremacia del petróleo, por Jean Lepoutre		107
¿Dónde debemos perforar en el futuro? por G. O. Smith....		121
El petróleo en las Américas.—Su esploracion i explotacion.		140
Observaciones preliminares, por George O. Smith.....		140
El petróleo en la América Latina, por David White.....		142
Problemas relativos a la explotacion de las riquezas pe- troleras inesplotadas, por A. W. Ambrose.....		149
Fomento de la industria petrolera en las Américas, por Henry C. Morris.....		157

ARTÍCULOS	BOLETÍN	PÁJS.
Cotizaciones.....		161
El abastecimiento con agua subterránea del ferrocarril longitudinal, entre Copiapó i Pueblo Hundido, por J. Felsch (conclusion).....	276	168
La química en el bienestar nacional, por H. E. Howe.....		183
El estado del mercado de la plata.....		196
Cotizaciones.....		209
Participacion del profesor Andrés Dumont en el descubrimiento de carbones en la «Campine del Limburgo Belga»,.....	277	215
Calefaccion por carbon pulverizado, por P. Gilard.....		221
El porvenir de la produccion electro-térmica del fierro, por el Dr. Helfenstein.....		230
Algo sobre la fabricacion del acero i en especial sobre el método Basset.....		238
Estudio histórico del desarrollo del Servicio de Minas en Francia.....		262
Primeros auxilios a los heridos en la labores mineras, por el Dr. G. Sánchez Martin.....		268
Consultas.....		278
Sumario de revistas.....		278
Cotizaciones.....		282
Informe acerca de las posibilidades de reducir los gastos de produccion del salitre chileno i acerca de los ensayos que con este motivo se prosiguen actualmente en la pampa, por Curt Reisenegger.....	278	289
Métodos modernos de aprovechamiento del carbon, por Pablo Krassa.....		324
Procedimiento Cottrell de precipitacion eléctrica.....		341
El acetileno como precipitante de plata en soluciones cianuradas.....		359
Correspondencia.....		360
Sumario de revistas.....		363
Cotizaciones.....		367
Indice semestral del BOLETIN MINERO.....		375