

La Industria del Salitre

Por

EMILIANO LOPEZ S.

Es evidente, que *la industria del salitre chileno* va llegando a su *punto crítico*. Sus costos medios de producción son bastante altos, lo que no permite bajar sus precios de venta y la competencia que se le hace en los mercados, es alarmante. Mas, ahora, que telegramas de Washington de 9 de Marzo último han anunciado propósitos de que se trabaje desde luego en las poderosas instalaciones de Muscle Shoals en Estados Unidos, para la producción del salitre sintético.

Las fábricas de salitre artificial que trabajan con fuerza hidráulica, lo producen a menor costo. Las poderosas instalaciones de Muscle Shoals, cuentan con el tranque Wilson que debe proporcionar agua para 18 turbinas que producirán en todo 600 000 H. P. y la usina correspondiente podrá producir más de 200 000 tons. de cianámid. El conjunto de estas instalaciones, tiene un valor de más de mil millones de pesos de nuestra moneda y forman sólo una parte reducida de las instalaciones que pueden montar.

Todo el mundo sabe que en Estados Unidos abundan los capitales y que el tesón americano, unido a esos capitales, vence todas las dificultades y consigue el éxito de los negocios que emprende; porque generalmente emplea grandes instalaciones y mucha maquinaria, bastante de la cual no resulta y se pierde; pero, la reemplaza hasta tener éxito (como han hecho en Chuquicamata) y desde ese momento obtiene grandes utilidades, porque ha eliminado mucha obra de mano, que es lo caro en estos tiempos.

Con esos antecedentes, hay que aceptar que la industria del salitre artificial

tendrá éxito en Estados Unidos y que se llegará a producirlo en breve plazo en grandes cantidades y a costos relativamente bajos. Y, como los precios de nuestro salitre natural, en las condiciones actuales, tienen que mantenerse relativamente altos; pronto esos costos bajarían, aproximándose a los precios nuestros y, desde ese momento, al salitre de Chile se le pondría impuesto de importación en Estados Unidos (como acaban de hacerlo en Francia), para proteger así a la gran industria sintética, que llegaría a tener entonces precios más bajos que el salitre chileno y que lograría pronto abastecer de abonos a ese país; lo que produciría un enorme daño a nuestra industria, porque a Estados Unidos se ha encaminado ahora la corriente principal de las ventas.

Lo mismo puede hacerse en tiempo no lejano: en Alemania, en Inglaterra, en Suecia, en Noruega y en otros países que producen salitre artificial, y adonde se importa aún nuestro salitre, que puede atender las necesidades de sus países y que van constantemente bajando sus costos, ya que la materia prima que ellos emplean no empobrece y los procedimientos químicos van lenta pero seguramente, perfeccionándose. ¿Quiere decir esto, que los trabajos de la industria del salitre no se perfeccionan? De ninguna manera; los procedimientos de trabajo se han ido mejorando y perfeccionando siempre, sus instalaciones y máquinas que emplea se modernizan y se mejoran día a día; pero la materia prima empobrece y su extracción se hace más difícil, lo mismo que la elaboración, y a la vez se grava a la industria con nuevos impuestos o condiciones onerosas.

Producido así el menor precio de los salitres artificiales, se olvidarían las mejores condiciones del salitre de Chile y se le iría eliminando. Todo esto ha sido previsto desde hace algunos años y publicado en revistas y diarios.

La industria necesita, pues, reaccionar desde luego, para evitar esa competencia que le sería ruinosa a corto plazo.

De un nuevo procedimiento que mejore el costo a bordo en fuerte proporción, que reduzca con seguridad, siquiera en un 30% los costos medios de la industria —para poder bajar los precios del salitre de Chile, para seguir trabajando caliches de leyes bajas y para que se resuelvan los salitreros a cambiar parte importante de los dispositivos de sus Máquinas, a las vez que a pagar las regalías correspondientes —no creo se pueda disponer en Chile antes de unos cinco años; y, como las modificaciones de las Máquinas, de la mayoría de las Oficinas en trabajo, no se harían

antes de otro lustro, tendríamos que antes de diez años no estaría la industria en situación de aprovechar las ventajas de ese invento. Digo esto, porque creo conocer el proceso de desarrollo de los inventos y lo que demoran las transformaciones o reformas de las Máquinas; para lo cual hay que paralizar las Oficinas y preparar, por tanto, las oportunidades para hacerlo.

Muchos inventos hay en estudio; pero, solamente el procedimiento Guggenheim Hnos. ha tenido el mérito de que esté siendo llevado a la práctica en una instalación de grandes proporciones.

PROCEDIMIENTO GUGGENHEIM HNOS.

Según su patente N.º 4594, consiste: *en el uso de sustancias denominadas estabilizantes, que reaccionan con la impureza sulfato de sodio, en los procedimientos de lixiviación fría o tibia del caliche con recuperación del nitrato por enfriamiento artificial y en los métodos cíclicos que combinan ambas operaciones.*

A la fecha, este procedimiento ha sido descrito con todo detalle en las revistas «Caliche» y «Boletín Minero», siendo ahora posible referirse a él en todas sus partes, porque ha salido ya del secreto en que se verificaron sus pruebas.

La gran Oficina en construcción que lo aplicará, se levanta en «Coya Norte» en la región del Toco, después de haber sido ensayado cuidadosamente, por técnicos de reputación, en la Oficina «Cecilia» del cantón de Antofagasta, con caliches de distintas calidades y de gran número de Oficinas.

La elaboración en tibio o en frío, ha impuesto el uso de ciertos reactivos para impedir que el sulfato de sodio forme con el nitrato, cuando están en cierta proporción molecular, la sal doble: nitro-sulfato de sodio, llamada Darapskita, que es insoluble en una disolución de nitrato de cierta concentración: esos reactivos, que son sales de potasio, de magnesio o de calcio, son llamados *estabilizantes* y tienen más afinidad por el sulfato de sodio que el nitrato y evitan también que el sulfato se precipite con el salitre durante la cristalización. La incorporación de esos estabilizantes, la han estudiado científicamente; varía la concentración de ellos para cada calidad de caliche y para las distintas temperaturas a que se trabaje; lo que exigirá un control científico de cada momento en las operaciones de la elaboración y ello será una complicación sobre el procedimiento actual.

El procedimiento Guggenheim en su conjunto, así como las instalaciones que emplea, son una novedad; pero, se han ensayado tantos procedimientos para la elaboración del salitre de Chile—recurriendo a las instalaciones del beneficio del oro, de la refinación del azúcar, del beneficio de las sales de potasa, de la lixiviación de la soda bruta, de la del cobre, y a tantos otros medios y aparatos, seguramente originales, de los inventos salitreros—que es ya casi imposible que un procedimiento nuevo pueda recurrir a instalaciones y a medios que no se parezcan a los tantos ensayados. Por ello es que, el procedimiento Guggenheim, aunque original en su conjunto, no escapa a la similitud de sus detalles con los de muchos procedimientos conocidos o solamente ensayados.

El principio físico en que se basa el procedimiento Guggenheim, es el mismo en que se fundan el sistema Shanks, actualmente en uso, y la casi totalidad de los inventos que han procurado reemplazarlo: principio que puede enunciarse, diciendo: *que el nitrato de sodio—lo mismo que la generalidad de las otras sales—aumenta su solubilidad en el agua, cuando se calientan las soluciones y precipita (cristalizando) cuando se enfrían.*

Apesar de la introducción de reactivos en el procedimiento Guggenheim, seguirá, pues, diciéndose: *que la industria de la Elaboración del Salitre es simplemente extractiva, que no emplea en sus procedimientos reactivo alguno;* puesto que esos reactivos son simplemente para evitar la complicación que se produce—principalmente en la lixiviación fría o tibia—con la presencia del sulfato de sodio; porque siempre el nitrato se extrae del caliche en virtud del simple fenómeno físico de la solubilidad de dicha sal en el agua, que crece con el aumento de temperatura, y precipita por el enfriamiento de la solución.

Análogos estabilizantes—para impedir que en algunos casos parte del nitrato de sodio se haga insoluble y evitar que el sulfato precipite con el salitre, aumentando sus impurezas—se han empleado también desde hace muchos años en la lixiviación corriente del sistema Shanks a temperaturas elevadas; pero, más bien de un modo práctico y no científico como lo emplea ahora el procedimiento Guggenheim.

En varias Oficinas del cantón de Antofagasta, como en la «Arturo Prat», la «Araucana» y otras de esa región, el sulfato de sodio (además del cloruro) era abundante en sus caliches y, para las leyes de nitrato que contenían, sus soluciones o caldos resultaban a veces tan débiles que no era posible—económicamente—obtener la concentración necesaria para que resultase la cantidad de salitre correspondiente a un rendimiento aceptable. En otros casos, las soluciones eran de densidades convenientes, pero el salitre salía con 3%, con 5% y a veces con más proporción de

sulfato de sodio, haciéndolo así anti-comercial. Para evitar todo eso se hacían mezclas del caliche sulfatoso con caliches que llevasen sulfato o cloruro de magnesia, o bien nitrato de cal—caliches llamados llorones por ser higroscópicos—que se encuentran entre los caliches de las mismas Oficinas, aunque en poca cantidad.

Ante este fenómeno, que provocaba la desesperación de los jefes de Máquinas y de algunos administradores de Oficinas—porque los caldos no subían de grados y el rendimiento de la elaboración era por consiguiente malo o porque el porcentaje de sulfatos con que resultaba el salitre era alto—los químicos de las compañías respectivas, no precisaban la formación de la Darapskita o de algún compuesto análogo del nitrato con el sulfato de sodio (como el que existe en algunos caliches y que describe don Ignacio Domeyko en su mineralogía, diciendo que se componía de 2 equivalentes de nitrato de sodio, 3 de sulfato y 2.5 de agua); sino que indicaban o confirmaban que las mezclas con las sales de magnesia o de cal, contenidas en los caliches llorones, corregían el defecto y la práctica iba indicando las proporciones.

En la Oficina «Araucana» no había suficientes caliches llorones y, para las mezclas, se recurría a una capa de costra casi sin nitrato pero con sales de magnesia, que se presentaba formando una capa de regular espesor en una loma de fácil acceso a las carretas y se llevaba a la elaboración en la cantidad necesaria, regulada prácticamente, y se mezclaba en forma apropiada en la rampa de la Máquina con el caliche y, con ello, la elaboración se hacía en condiciones normales, obteniéndose un rendimiento aceptable y el salitre salía con muy poca ley de sulfato.

En la Oficina «Arturo Prat» había sus manchas de caliches con sales de magnesia y con guías o venas de nitrato de cal, caracterizados porque el terreno en esas partes se presentaba de color oscuro por la humedad que retenían, permanentemente, hasta en la superficie; caliches, que llevados a la Máquina en proporción conveniente, producían la reacción química que evitaba que el sulfato de sodio saliese con el salitre en cantidad perjudicial para su calidad y también el otro fenómeno, más raro ahí, de insolubilizarse parte del nitrato de sodio.

Sin embargo, en la Oficina «Arturo Prat», no se recurría sino rara vez a esos estabilizantes, porque generalmente se trabajaba con soluciones concentradas, un poco superiores a 100° Tw y con temperaturas cercanas a 110° C.; lo que aumentaba la solubilidad del nitrato, disminuyendo la del sulfato y la del cloruro de sodio, que eran así desplazados en gran parte de las soluciones, resultando el salitre con menos de 1% de cloruro, menos de 0.5 de sulfato y 96% de nitrato, por la poca hu-

medad que retenía; o sea, resultaba *refinado*, por lo que generalmente se elaboraba en esa Oficina de esa calidad de salitre, que tiene mejor precio.

Además, para tener salitre ordinario de 95% de nitrato, en cualquier momento, no había más que cortar el caldo o suspender su salida, a grados Twaddles más bajos, trabajando también con caldos más débiles que en el caso anterior, no necesitando empezar a correr caldos, sino a menos de 100 Tw., pues no importa que en el salitre ordinario salga más sulfato y cloruro, con tal que haya 95% de nitrato; todo lo cual se regulaba fácilmente manejándose con la mayor o menor concentración de los caldos y sus temperaturas, tomando en cuenta la ley y la calidad de los caliches.

Trabajando con caldos concentrados, caliches de leyes superiores a 18%, se guiaba uno por el siguiente cuadro de solubilidad, formado por el químico Dr. Julio Jorgensen con sales puras, publicado en el Boletín de la Sociedad de Fomento Fabril en Noviembre de 1908 con un interesante estudio sobre la Elaboración del Salitre, en los casos más complicados en que abundan en el caliche el cloruro de sodio y el sulfato:

Temperatura	Nitrato de sodio	Cloruro de sodio	Sulfato de sodio
0° C.	300 grs.	195 grs.	3 grs.
10 »	390 »	180 »	10 »
20 »	450 »	170 »	15 »
30 »	545 »	165 »	42 »
40 »	650 »	158 »	45 »
50 »	770 »	148 »	40 »
60 »	900 »	138 »	36 »
70 »	1035 »	130 »	32 »
80 »	1190 »	120 »	28 »
90 »	1340 »	115 »	23 »
100 »	1540 »	107 »	20 »

Y si se trabajaba con caldos de densidades más bajas y con leyes inferiores a 18%, era más aproximado guiarse por el siguiente cuadro de solubilidad formado por el Ingeniero-Químico señor Julio Lortsch:

CONTENIDO POR LITRO DE CALDO

Temperatura	Salitre	Sal	Grados Twaddle
-- 10° C	270.-	235.-	----
— 6	280.6	229.1	----
0.5	306.6	221.7	84°
4	326.6	215.1	83°
8.75	345.9	210.-	82
17	384.9	197.9	84
24	422.3	187.5	85.5
30	451.8	179.1	87.5
40	505.2	165.8	91.5
50	565.4	151.7	93.-
60	628.7	137.5	97.5
70	682.5	127.8	99.5
80	706.4	121.1	99.5
90	720.3	131.9	98
98	726.4	138.5	95
100	727.4	139.1	—
105	728.6	143.4	93.5
110	729.1	148.1	92.5

En otras Oficinas, como en la «Blanco Encalada», del cantón de Antofagasta, los grados Tw. obtenidos en los caldos eran muy altos, pero el salitre que depositaban en las bateas, en la forma corriente, era poco y las aguas viejas quedaban con densidades hasta de 98° Tw. en vez de alrededor de 80° que tiene en la generalidad de las oficinas y si los caldos se largaban a 102°, por ejemplo, se obtenía poco salitre en la cristalización y salía, además, hasta con 4% de sulfato. Esto se debía a la presencia de nitrato de potasa en fuerte porcentaje y por ello había que trabajar con caldos más concentrados aún, de 108 a 110° Tw., que disminuían el porcentaje del sulfato de sodio en el salitre a una cifra aceptable y daban mejor rendimiento en cancha.

Mas, aún, hace más de veinte años, se recurría en algunas Oficinas del distrito de Taltal, a reacciones análogas entre el nitrato de calcio o de magnesia con el sulfato de sodio, el que figuraba entonces como verdadero reactivo; pues en la elaboración del salitre en esa región, resultaban nitratos de calcio o de magnesia—que exis-

tían en los caliches—y, que por ser délicuescentes, no tienen aceptación en el comercio. Se recurría entonces a echar en los cachuchos, durante la lixiviación, cierta cantidad de sulfato de sodio (que era abundante en las pampas de ese distrito) que reaccionaba, produciéndose nitrato de sodio y sulfato de magnesia que quedaba en el agua vieja o sulfato de calcio que iba a los ripios, o quizá sulfatos dobles de sodio y magnesio o de sodio y calcio, que dejaban al nitrato de sodio en condiciones normales.

Sin embargo, como decía antes, estas incorporaciones de sustancias especiales en la lixiviación a temperaturas elevadas, aunque tenían generalmente su origen en investigaciones químicas, competentemente dirigidas, eran casi siempre manejadas prácticamente y, sin embargo, los resultados eran del todo satisfactorios. Pero, tratándose de la lixiviación a la temperatura ambiente o tibia, con caliches que contienen más impurezas, las complicaciones son más importantes y de todo momento; por eso, las investigaciones han debido ser más amplias y completas, las precauciones hay que tomarlas a cada instante y valiéndose de un control completamente científico. Por otra parte, como la ley media de los caliches que se trabajan —para conseguir largas duraciones de las pampas y beneficiar casi todo el salitre que contienen— es bastante baja, se van imponiendo grandes Máquinas, aún para las medianas producciones, con mayor razón para las grandes. Y, como la industria actual del cobre presenta mucha semejanza para las manipulaciones de las grandes masas de materia prima, con la del salitre, lógico era que los poderosos industriales que buscaban un nuevo procedimiento, recurriesen con sus químicos y técnicos a la gran industria del cobre, que habían impulsado tan vigorosamente; para tomar de ella dispositivos y procesos que pudieran adaptarse. De ahí ha resultado el procedimiento Guggenheim.

Consideremos ahora la parte económica de este nuevo procedimiento, que es lo principal para este estudio.

Ante todo, tomemos nota de que los inventores, después de una serie de experiencias, que han continuado en grande escala, sobre distintos trabajos del beneficio del salitre; aseguran obtienen un aprovechamiento de 90% del salitre contenido en el caliche, en vez de 55 % que estiman es el promedio de lo que se aprovecha actual-

mente. Y que, *el costo real de producción en la Oficina será probablemente menor que la mitad del que se obtiene en el término medio de las Oficinas actuales*. Agregan, que el procedimiento es fácil de operar y que se parece en sus líneas generales a las operaciones de la planta de lixiviar minerales de cobre.

Y ante esas consideraciones, concluyen diciendo: *«después de cuidadosas investigaciones acerca de las posibilidades de la industria sintética del nitrógeno, nosotros creemos con confianza que la nueva planta producirá el salitre a un precio que podrá competir con éxito con las plantas existentes o con los procedimientos para la producción de compuestos sintéticos nitrogenados»*.

¡O sea, que habrá que bajar el costo actual del salitre en cancha en un 100% con el nuevo procedimiento, para tener recién confianza de poder competir con éxito con los procedimientos de compuestos sintéticos nitrogenados!

Esta declaración la estimo grave para la vida de nuestro salitre natural, dada la personalidad del ingeniero señor E. A. Cappelen Smith, que lo asevera; porque se había llegado a decir en publicaciones de los últimos tiempos, que no había necesidad de bajar los precios actuales del salitre de Chile para competir con los salitres artificiales; menos aún, la rebaja de 4 o siquiera 2 chelines por quintal métrico, que se indicó al Gobierno por los industriales en el año pasado. Pues, si se necesita bajar los costos en cancha del salitre en un 100%—lo que es enorme para el sistema de beneficio actual—para poder competir con seguridad con los salitres artificiales, los sacrificios, que tendría que hacer la industria nacional para que su producto no sea desplazado de los mercados extranjeros, tendrían que ser importantes.

Para apreciar la importancia de estas aseveraciones, tendré que describir rápidamente el nuevo procedimiento y precisar las mejoras y ventajas económicas del sistema Guggenheim, sobre el actual en uso: con el cual, no dudo podrá competir, aunque al actual se le hagan todas las mejoras que son del dominio público—que consultarán en el procedimiento Guggenheim y que se han usado ya en algunas Oficinas o en otras industrias—porque el actual sistema de lixiviación, emplea grandes cantidades de combustible, cuyo valor será siempre considerable.

Por las descripciones que se han hecho, de las mejoras que se introducirán en la gran Oficina que levanta la Cía. Anglo-Chilian Consolidated Nitrate Corporation en «Coya Norte», esas mejoras se llevarán no solamente a la lixiviación por el sistema Guggenheim, sino a todos los distintos órdenes o secciones de trabajo.

Así, en la pampa, adonde las Oficinas actuales se han limitado sólo a experiencias o a trabajos limitados a sectores reducidos, con perforadores y palas mecánicas para la *extracción* y para el *carguío* del caliche, en «Coya Norte» se proyecta generalizar el uso de perforadores y palas mecánicas, para disminuir la mano de obra, que en la sección pampa ha encarecido tanto últimamente los trabajos del beneficio del salitre.

Los *acarreos* serían hechos, no ya por carretas y convoyes de tracción a vapor, sino por camiones—como se hace en varias Oficinas—y por convoyes de tracción eléctrica. Con estas mejoras, el costo de la extracción y acarreo de caliches, que en muchas Oficinas, ambos, llegan al 50% del costo total del salitre en cancha, esperan tener un porcentaje importante de economías.

Como *Central de Fuerza* habrá una valiosísima batería de motores Diesel, que con toda economía producirán la fuerza para la electrificación y darán sus calores perdidos para la lixiviación.

Para la *lixiviación* a la temperatura ambiente o tibia, levantan una Máquina que consulta todas las mejoras, que las experiencias en algunas de las Oficinas de las actuales o en otras industrias, se han evidenciado como convenientes. Así, para la lixiviación llamada en frío, se ha propuesto antes grandes cachuchos para tratar grandes masas de caliches pobres, con mayor razón los han adoptado ahora, en «Coya Norte», haciéndolos de cemento armado, montándolos al nivel del suelo y con un segundo fondo filtrante, constituido por emparrillados de madera, esteras de coco, gravas, etc., sobre el fondo de cada estanque. La *trituration* del caliche la harán, como se hace ahora en la Oficina «Francisco Puelma» del cantón de Antofagasta, en dos etapas, y posiblemente en tres, agregando una primaria poderosa para grandes trozos; pero, consideremos solamente dos etapas: la primera de chancado grueso, con clasificación para separar el fino que se produzca del pequeño apropiado a la lixiviación; y, la segunda, del chancado grueso que se tritura en cilindros, para dar otra cantidad de fino, que se junta con el anterior para tratarlos aparte y el pequeño graneado, que va a la lixiviación junto con el clasificado antes. En la preparación mecánica de los minerales metálicos y de los caliches, se comprueba que la trituration en dos o más etapas, es la más económica y la que dá menos polvo o finos que, tratándose del caliche, molestan para la circulación de líquidos y tienen un proceso más caro de lixiviación.

El transporte del material triturado y harneado a la Máquina, se hará por correas, que por ahora es lo más económico. La carga de los cachuchos, se hará —y es aquí adonde empiezan las características del sistema Guggenheim—con ese

material pequeño y uniforme, que se humedece previamente con relaves pobres, a fin de evitar la clasificación al vaciar y se carga mediante dispositivos especiales, para que la masa quede homogénea para la buena circulación de los líquidos; sin la acomodación dispereja con huecos y compacidades, que resultan de la clasificación que se produce por la especie de chorros, como cae de los carros o conductos por donde llega a los cachuchos actuales. Cada batería de cachuchos en el nuevo procedimiento, se compone de seis grandes estanques: el 1.º, que es el último que se ha llenado con caliche triturado, es para prepare de la disolución; el 2.º, hace de cachucho de cabeza por donde sale el caldo; el 3.º y el 4.º, son los alimentadores, entrando por el segundo de estos el agua vieja tibia; y el 5.º, está para lavado y estruje del ripio; quedando el 6.º, que está en desripio, para entrar a cargarse con el caliche luego después.

Llegan en seguida los líquidos para la lixiviación, en los cuales se incorporan los estabilizantes en proporción de 15 a 25 gramos por litro, según las cantidades de sulfato de sodio que contenga el caliche; la lixiviación se efectúa por percolación, penetrando lentamente los solventes a través de la masa de caliche y por traspasos, en forma análoga que en el sistema Shanks, produciéndose una circulación continua de los líquidos, pasando por aparatos intercambiadores de temperaturas al salir de cada estanque para entrar a otro, porque al disolver nitrato y sales se enfrían y, para entrar a otro estanque a continuar su concentración, necesitan aumentar su temperatura, para lo que toma en los intercambiadores parte de la temperatura que lleva el caldo, que al enfriarse algo empieza a depositar salitre, y toman también parte del calor que viene de las fuentes que lo entregan en este sistema, que son: el agua de enfriamiento de las camisas de los cilindros de los motores Diesel que consultan y de las compresoras, del enfriador de lubricantes y de los gases de la combustión en los motores.

El caldo sale permanentemente por el cachucho que hace de cabeza y va camino de las enfriaderas mecánicas. En camino contrario al caldo, viene el agua vieja—que sale permanentemente casi a 0º de las enfriaderas, adonde ha depositado el caldo las últimas porciones de salitre—para irse calentando en los intercambiadores de temperaturas hasta tener la apropiada para entrar por el segundo alimentador. Se producen así ciclos completos y continuos en la lixiviación, lo que permite los intercambios permanentes de temperatura.

Los caldos salen claros, según las experiencias hechas, sin materias en suspensión, no necesitan pasar por chulladores ni por decantadores, porque los estabilizantes impiden se disuelvan algunas sales, con lo que no se disgregarían las arci-

llas, así es que se formarían pocas borras que quedarían en medio de la masa por la percolación y en el fondo filtrante, que hay sobre el fondo de los cachuchos.

Las temperaturas máximas con que se trabaja, no pasan de 60° C. que lleva el líquido alimentador que entra al cachucho de cabeza. Este al concentrarse, disolviendo más nitrato, queda a unos 45°, que es la temperatura con que sale el caldo, el que va encontrando en la circulación por entre tabiques, en los distintos intercambiadores, líquidos más y más fríos, para que vaya entregando poco a poco su temperatura y su salitre, por etapas, hasta llegar primero a la temperatura ordinaria y después se sigue enfriando hasta 2.°, valiéndose de una solución fría a 0° que proviene de la planta de frío artificial.

Los cristales de la precipitación del salitre son llevados en seguida a centrífugas, donde serán estrujados, lavados y secados convenientemente.

Los finos, que se estima no pasan de 10% de la cantidad total del caliche, se tratan aparte de la lixiviación principal, mezclándolos con agua vieja tibia y pasándolos por aparatos mezcladores, clasificadores y estanques de decantación: llevando las partes gruesas a la lixiviación, los líquidos claros—junto con los de la filtración—van a los estanques depósitos de líquidos de la lixiviación y los lodos, después de agitados con aire comprimido, se pasan por un filtro de vacío vertical, tipo Moore.

Como los cachuchos, son grandes estanques—en el salitre serán para 7 000 toneladas de materia prima, mientras que en Chuquicamata son para 10 000—y no tienen en su interior serpentines de calentamiento, como en los actuales, se puede hacer desripiadura mecánica con grandes palas a vapor o eléctricas, tipo draga o excavadora, como se hace la extracción de los residuos en los grandes estanques de lixiviación del cobre en Chuquicamata.

Seco el salitre en las centrífugas, se procederá a ensacarlo, valiéndose de máquinas conocidas en otras industrias y de las que hay ya en algunas salitreras, que hacen la ensacadura, a la vez que el peso y costura de los sacos.

Con esto termina el proceso de elaboración de salitre, que seguirá el procedimiento Guggenheim y que, como se ve, ha de introducir maquinarias y mejoras que se han ensayado en las Oficinas, además de las que como novedades introduce el procedimiento. Recurriendo a todo eso, espera tener grandes economías y extraer casi todo el salitre que contienen los caliches, aunque sean pobres y de mala calidad, *para llegar a un rendimiento de 90% y a un costo en cancha que será probablemente menor que la mitad del que se obtiene en el término medio de las Oficinas actuales.*

No dudo que la Oficina de «Coya Norte» pueda llegar a obtener un rendimiento

de 90%, como indica el presidente de la sociedad, señor Cappelen Smith; pues ello es además cuestión de molienda pequeña del caliche, de cantidad de agua usada o de tiempo más o menos largo de la lixiviación; pero (como en este procedimiento no pueden evaporarse los sobrantes de líquidos y como cuando pasan los límites perjudican), cualesquiera de estos factores que se exagere, el resultado puede llegar a ser anti-económico, pues aumentando el rendimiento, suele aumentar el costo en proporción inaceptable. Por otra parte, hay por la región de «Coya Norte», arcillas tan difíciles de manejar, que con la trituration fina es muy posible que los estabilizantes no alcancen a impedir la disgregación de la materia y se formen lodos en los cachuchos, que dificulten la buena circulación y retengan bastante líquido con buena ley de nitrato, y no se pueda llegar siempre al rendimiento de 90% y menos aún al de 95% que se ha alcanzado en algunas ocasiones. En el sistema Shanks, hay muchas Oficinas que pasan de 70% en su rendimiento y, excepcionalmente, algunas lo pasan de 80%; pero, seguramente, en la actualidad, el rendimiento medio ha de ser de poco más de 60%. Así es que un mayor rendimiento, como de 50% en el nuevo procedimiento, sería muy interesante y contribuiría en parte importante a la baja del costo.

En cuanto al costo bajo que obtendría el salitre en la nueva Oficina, en «Coya Norte», no resultaría solamente de la lixiviación a temperaturas bajas, sino de la serie de mejoras que consulta en las distintas operaciones de todo el beneficio, una vez que todas ellas resulten: lo que he estimado al empezar en unos 5 años. Y, digo esto, porque de las experiencias hechas en las Oficinas actuales, sobre mejoras análogas a las que se consultan en «Coya Norte», se podría anotar las siguientes conclusiones:

1.º Que las perforadoras, no pueden aplicarse a toda clase de terrenos ni con iguales economías y en aquellos en que el caliche está a hondura, no convendría usarlas, sino se destapa previamente el caliche, sacando con palas mecánicas las capas de tierras sueltas que lo cubren. Hay, también, manchas pequeñas de caliche y a distancias tales, que no es económico llevar a ellas la red de cañerías e instalaciones del aire comprimido, que correspondería trabajarlas a mano.

2.º Las palas mecánicas se encuentran con problemas muy variados en las pampas y quizá en pocos casos están claramente indicadas. En Chuquicamata, las grandes palas eléctricas van encontrando cerros de minerales removidos y requerebrados convenientemente, van montadas—en un plan horizontal, que van formando a medida que avanza el trabajo—sobre líneas férreas, sólidas y cómodas, cuyo avance es lento por la cantidad enorme de materia por cargas y porque se lleva pa-rejo, sin selección puede decirse; trabajan, así, en las mejoras condiciones posibles;

pero, después de haber ensayado otros métodos y otras maquinarias valiosas, que se eliminaron antes. En la pampa, las condiciones de trabajo son muy distintas: las capas de caliche son en general delgadas, digamos alrededor de un metro de espesor, así es que las pampas se extienden mucho y, por consiguiente, extenso debe ser el campo de acción de las palas, cuyo avance tiene que ser rápido; la superficie del terreno por recorrer, es generalmente blando y completamente suelto; las capas de tierra por transportar para destapar el caliche—que es cuando está más indicada la pala mecánica—son muy variables y a veces están mezcladas con grandes bloques o capas de costras y materias duras que dificultan la labor de las palas, etc.

Habrá, pues, que encontrar a fuerza de experiencias en la nueva Oficina, cual es el tipo de pala más apropiada para las distintas clases de terrenos; desde luego parece no serán las grandes palas, sino las medianas y pequeñas; en unos casos trabajará bien la cuchara tipo draga o excavadora bi-valva; en otras el cucharón de arrastre; y donde haya que mover las grandes masas de tierras, por su mucho espesor y extensión, sobre caliche de buena ley y buen espesor, las excavadoras con rosario de cangilones; en este último tipo de terreno, podrían justificarse las grandes palas con ruedas o boggies, sobre líneas ferreas; en otras, quizá las más veces, estarían indicadas las montadas en tracción «Caterpillar» o tipo oruga; y en los casos que se impusieran tipos más livianos y chicos, quizá bastarían las montadas sobre rodillos, que trabajan con cuerda de arrastre. Y, posiblemente, si algún tipo calza por algunas características, no convenga por otras.

3.º Parece indicarse que, como en «Coya Norte» se podrá trabajar caliches muy pobres y como el carguío por hombres, es molesto y caro, estaría consultado cargar parejo con palas mecánicas todo el caliche que se vaya removiendo y trozando, para evitar así la mucha mano de obra que hacen actualmente los *particulares* y *llenadores de carros*; pero, creo no sería fácil obtener éxito en esto, pues la trozadura necesita ser algo uniforme o no pasar de cierto tamaño, aún para el carguío a pala mecánica y la limpia, así como la selección del caliche, parece no se podrán suprimir tan luego, porque con el caliche van adheridos o caldeados gruesas capas de costras o de bancos, muchas veces sin ley, además de la tierra y otros empegos arcillosos, generalmente, que bajan mucho la ley del caliche y complican la elaboración, perjudicando el rendimiento y consumiendo gran parte de las economías que se tengan por ese carguío mecánico parejo. Aún el carguío del caliche a carros, por el poco espesor de las capas o poca altura de los acopios que resulten, estimo no será económico hacerlo con palas mecánicas, sino después de algunas experiencias.

en «Coya Norte», no será fácil obtener siempre un rendimiento de 90%—que contribuiría en proporción importante a la baja del costo—por la mucha borra que tienen algunos de los caliches que se van a tratar por el nuevo procedimiento. Y por esta circunstancia y por que algunas mejoras no se van a conseguir completas en muchos casos, sino después de algunos años de experiencias, no se va a obtener fácilmente un costo igual a la mitad del costo medio de la Oficinas actuales. Por eso, también, he dicho al empezar, que antes de cinco años no se ha de conseguir disponer en Chile de un invento tan ventajoso (aunque no consultase el ideal, de aprovechar la mayor parte de las instalaciones del sistema Shanks, que son valiosas y están listas), que mostrara claramente la conveniencia de implantarlo en las Oficinas actuales, lo que en el mejor de los casos demorará otros cinco años, por lo que antes de diez años, no se obtendrían esas bajas de costos en toda la industria.

Pero, supongamos que se obtengan todas las mejoras, después de experiencias completas, en unos 3 ó 5 años más y se obtenga esa baja de 100% en el costo actual en cancha. ¿A cuánto equivale esa gran economía, sobre el costo total a bordo?

Aunque se puede decir, que en el salitre hay tantos costos distintos, como Oficinas lo trabajan—por la variedad de leyes y calidades del caliche que elaboran, así como por la variada eficiencia de sus instalaciones—podemos tomar un costo medio y en el encontraremos que el costo en cancha es aproximadamente el 40% del costo a bordo y por tanto si aquel costo se reduce a la mitad, permaneciendo iguales el resto de los otros gastos, la economía, que es de 100% en cancha, será de un 20% sobre el costo total a bordo; lo que es de importancia, pero no tanto como hace suponer a primera vista. Y esa disminución de 20% de su costo, la pueden obtener fácilmente, antes de cinco años, los salitres sintéticos por mejoras de sus procedimientos o por primas de sus Gobiernos que, interesados en el fomento de sus industrias nacionales, pueden obtenerlas por impuestos al salitre de Chile.

De lo anterior es de donde he deducido lo que dije al empezar: *que la industria del salitre va llegando a su punto crítico*. La competencia le exige la baja de sus precios y los costos actuales se lo impiden, y, dije también, que antes de diez años, la industria salitrera no podría gozar de las ventajas de esas economías de un nuevo sistema

que la obligaría a cambiar la planta principal de su Máquina, lo que cuesta mucho dinero y tiempo, durante el cual seguramente estarían paralizadas las Oficinas para la transformación de sus Máquinas. Pues el procedimiento Guggenheim, establece el abandono de los cachuchos, de los chulladores, de las bateas, de los calderos y de los motores de las Oficinas actuales, con todas sus valiosas instalaciones anexas; consultando para la nueva planta: grandes cachuchos de cemento armado, revestidos con materia impermeable e inatacable por las soluciones que circularán en ellos, con sus aparatos eléctricos para la cargadura y desripiadura mecánicas; grandes instalaciones de motores Diesel, que estiman los más económicos y que son los que proporcionarán—además de la abundante fuerza motriz para la luz y para todos los aparatos mecánicos que funcionarán y que serán movidos con fuerza eléctrica—el calor de sus aguas de enfriamiento, el calor del aceite en circulación y el de sus gases de combustión; consulta, además, aparatos intercambiadores de temperatura de los líquidos y planta enfriadora para la cristalización final del salitre. Todo lo cual es valiosísimo y habrá, seguramente, conveniencia de colocar en el mismo sitio que ocupan las plantas actuales para el aprovechamiento de muchas construcciones. No he considerado la nueva planta para la trituración en dos o mejor en tres etapas, ni las instalaciones para centrifugar el salitre y para ensacarlo mecánicamente, porque esas instalaciones que son del dominio público, están ya usándose en algunas Oficinas actuales y pueden instalarse desde luego en las que se quiera.

En cuanto a los finos, me parece que su porcentaje puede ser de más de 10%, haciendo la comparación con otros resultados; estimo que su tratamiento, como siempre, será costoso; pues se hace aparte, emplea bastante maquinaria y fuerza, pudiendo sus líquidos entrar a desequilibrar los ciclos del proceso principal. Y, además, las mismas instalaciones, no sirven para todas las distintas calidades de material, que una misma Oficina suele presentar.

Por último, el uso de los estabilizantes, será una operación delicada y costosa, porque si no se emplean en la cantidad debida y oportunamente, puede salir sulfato mezclado con el salitre, afectando su calidad. Lo mismo si se lleva el enfriamiento hasta 0° C., puede precipitar el sulfato de sodio, porque es insoluble a esa temperatura, propiedad que aprovechaba la Cía. de Salitres de Antofagasta en su Oficina del puerto, en 1895, para separarlo de las aguas saladas del lavado del cloruro de

sodio (que elaboraba como producto secundario), pasando esa agua por una máquina frigorífica, adonde quedaba el sulfato precipitado y dejaba el agua, que contenía cloruro de sodio, apta para nuevos lavados. Si se pasa, pues, en el enfriamiento, en el nuevo sistema, puede precipitarse el sulfato de sodio con el salitre, dando exceso de impurezas.

MEJORAS EN LAS OFICINAS ACTUALES

En vista de las consideraciones anteriores, es muy posible que en los primeros años de funcionamiento del sistema Guggenheim, no se obtenga todo el éxito que esperan sus inventores y los industriales salitreros, con lo que no se justificaría el abandono de las Máquinas actuales para adoptar la nueva. Habría, en tanto, que recurrir a otras mejoras, a otras economías, que bajan desde luego, algo siquiera, los costos actuales del salitre natural.

Para las mejoras en la elaboración, se confía que los hombres de ciencia y de toda competencia, contratados en Alemania y en Inglaterra, para el Laboratorio de Investigaciones Científicas por la Asociación de Productores de Salitre, salvarán pronto las dudas físico-químicas que se presentan en la lixiviación y en la cristalización; y, que avanzarán, en busca de mejoras trascendentales en el procedimiento Shanks—llegando a esperar, que su gran preparación en industrias similares, los lleve hasta revolucionarlo—pudiendo llegar hasta obtener un procedimiento nuevo, que ojalá pudiese aprovechar gran parte de las instalaciones actuales para su economía y para su rápida adaptación, ya que sería del dominio de todos los salitreros asociados.

También, algunos de los procedimientos o inventos en estudio, o alguno que se presente luego, puede tener acogida en el Laboratorio de Investigaciones y encontrar su éxito en las experiencias que se hagan. Y en todo lo que se refiere, así, a la elaboración, para obtener su éxito consiguiente, bastaría—como he dicho en otro estudio—*que la Asociación de Productores de Salitre, tenga confianza en sus técnicos y decisión para obtener de sus asociados que adopten las normas que precisen y los sistemas que ellos recomiendan.*

Se completaría lo anterior, como lo he indicado también, nombrando comisiones de ingenieros mecánicos y electricistas de reconocida competencia o comisionando al personal técnico de cada Oficina para la revisión prolija de las instalaciones y para confeccionar el presupuesto consiguiente de las reparaciones y mejoras, que deban realizarse; porque hay defectos y desperfectos de las instalaciones, que

no se corrigen por no interrumpir las intensas labores permanentes que exige la producción de salitre; porque la falta de aparatos de control, no les permite apreciar la importancia de esas imperfecciones; o porque, a causa de verlas tanto, suelen no llamar la atención de los Administradores, que tienen una labor tan intensa que llenar. Podría citar algunos *defectos* de construcción o que han sido ocasionados por reparaciones provisionales: como son los defectos en el tiro de las chimeneas, en la capacidad de los fogones, en el diámetro de las cañerías de vapor y de regresos o de sus llaves; insuficiencia de rampas, de chancadores, de fuerza motriz, de clase de corriente eléctrica en los distintos usos, etc., etc. Y, como *desperfectos*: el mal estado de conservación de líneas y material de acarreo, de instalaciones, de los conductos de las chimeneas y de sus registros de tiro, de cañerías, de llaves, de motores, de transportadores, de cachuchos, de serpentines, etc., etc.

Indudablemente, hay algunas Oficinas que casi no tienen defectos o desperfectos; pero hay muchas, buenas aún, que los tienen. Hay Oficinas que tienen muchos e interesantes aparatos de control, pero aún les faltan algunos y, también hay muchas, que tienen muy pocos de esos instrumentos, indispensables para determinar la eficiencia de sus instalaciones o para precisar—comparando con datos anteriores o de buenas plantas análogas—la gravedad del daño que producen esos defectos o desperfectos y el valor de las pérdidas consiguientes. Y sobre esto, debe aceptarse como principio indiscutible: que *las reparaciones que se efectúan para evitar esos daños, por costosas y entorpecedoras que sean del intenso trabajo cotidiano, serán siempre y a corto plazo, compensadoras generosas del sacrificio que se haga.*

En situación análoga se encuentra, cuanta mejora de detalle pueda introducirse para cambiar la buena eficiencia de un aparato o mecanismo antiguo que está bien conservado, por otro moderno cuya eficiencia sea muy superior; pues se necesita trabajos prolijos y completos de conservación de las instalaciones, a la vez que modernizarlas en lo posible, siquiera en sus detalles. Es así como se progresa, es así como proceden en las grandes instalaciones de los salitres artificiales, a fin de que sus costos jamás aumenten; sino que, lenta pero seguramente, mejoren siempre por el capítulo de sus maquinarias.

Los aparatos de control—como las romanas para el peso rápido del caliche que llega de la pampa, las que pesan el caliche triturado y los finos, los aparatos automáticos para las muestras del caliche que va a los cachuchos y de los ripios, así como los registradores de presiones de vapor, los medidores del vapor consumido, los termómetros indicadores o inscriptores de temperaturas de las soluciones, los pirómetros inscriptores de las temperaturas de los gases de combustión al entrar a las

chimeneas, los indicadores de presión y composición de esos gases, etc., etc.— cuya falta tanto criticó el profesor señor Donnan — se estiman convenientes en toda época e indispensables en estos tiempos críticos o difíles.

Hay, además, toda la serie de mejoras que adaptará el sistema Guggenheim, en la pampa y en la Máquina, que ya se han probado o están en uso con todo éxito en distintas Oficinas y que hay que generalizarlos a costa de cualquier sacrificio. Los trabajos con perforadoras y las experiencias con palas mecánicas, deben las grandes Compañías seguir atendiéndolas, porque disponen de grandes capitales y siempre encontrarán en sus extensos terrenos, algunos apropiados para darles correcta aplicación y obtener así las economías y ventajas que trae la mecanización, aunque sea en parte de los trabajos de la pampa. Y, en la Máquina, queda también la serie de perfeccionamientos que trae la aplicación de los aparatos controladores y la modernización de muchos detalles o parte de las instalaciones: como el ensanche de las rampas para el caliche que viene de la pampa o la instalación de silos para el caliche acendrado; la trituración en dos etapas, el uso de correas para el transporte del caliche triturado; la electrificación, cuando haya fuerza disponible, del arrastre de los ripios y el uso de carros que permitan lubricación eficiente y tengan buen sistema de rodado, porque en general esto se hace muy mal; la secadura del salitre por centrifugas y la ensacadura mecánica, etc., etc.

Por último, a la vez que las mejoras, debe fijarse con precisión, la ley media del caliche que debe llevarse a la Máquina y el mínimo de ley que debe tener el caliche más pobre, que pueda aceptarse en la elaboración, y establecer un control severo al respecto; porque si se benefician leyes más altas, que las fijadas, disminuye la duración de las pampas y se dificultarán las mezclas apropiadas de más adelante; así como si se trabaja con leyes más bajas que las fijadas, disminuirá rápidamente el rendimiento y subirá el costo, empeorándose si se llevan caliches muy pobres.

Hay, aún, otra serie de mejoras que intentar, ahora que se ha impuesto teóricamente la jornada de 8 horas para los obreros y que en realidad trabajan mucho menos que eso en la pampa, ello es: en primer lugar, que los obreros trabajen las 8 horas, que hagan un trabajo apropiado, eficiente; lo que aumentaría el rendimiento de la mano de obra, mejorándola y abaratándola, produciendo menos cansancio en el obrero y dejándole un mayor jornal. Las revistas dan cuenta, como se instruye al obrero al respecto, desde la manera como tomar la herramienta apropiada al trabajo, hasta las posturas del cuerpo y la forma de los movimientos; lo que, junto con la mejor utilización de las horas libres de descanso, para no producir el desgaste del

organismo con juegos de deportes exagerados; podrían enseñarlo *con mucho tino* los encargados del Bienestar Obrero.

Finalmente, algo habría que intentar sobre *la organización científica del trabajo*, o sea, la organización racional del trabajo; que, por muy bien que se lleve, siempre podrá perfeccionarse y con ello obtener una reducción efectiva de gastos generales y un aumento de obra, de trabajo, de producción.

En estos tiempos difíciles, en el mundo entero, para las grandes industrias, se ha buscado cuanta mejora ha sido posible concebir, para ensayarlas e implantarlas. El ingeniero de minas polonés Stanislas Raznienski, escribe en una revista y se comenta en una española de Enero 16 del pte. año: que el profesor Adamiecki, también polonés, presentó en 1924, en el primer Congreso de Organización Científica del Trabajo, un informe en que exponía sus métodos para ello, basados en la: distribución, concentración y armonización. Se hizo experiencias en las minas de hulla de Dambrowa con resultados satisfactorios. En resumen, consiste esto en especializar obreros en cada cosa, organizar los trabajos y coordinar las distintas labores, al principio llevar los trabajos valiéndose de instructores y dejar después a los obreros solos, examinando los entorpecimientos y salvándolos. Las pruebas se efectuaron, en el transporte de las grandes cantidades de maderas del exterior al interior de una mina para su entibación.

Antes hacían el trabajo 26 obreros en dos equipos de 8 horas de trabajo, y transportaban por jornada, 950 m³ de madera, o sea, por obrero y por hora 4 m³. Después de 10 días, 15 obreros acarrearón por jornada 1200 m³ de madera, o sea, por obrero y por hora 10 m³. Y cuando el trabajo se reguló, se notó que algunas operaciones podían suprimirse o acelerarse según los casos y el rendimiento aumentó casi al doble y a algunos grupos les sobraba tiempo. Y eran de los mismos obreros de antes, sin seleccionarlos.

En una barraca de maderas se hizo lo mismo y llegó a elaborarse 450 m³ de madera, cuando antes se aserraban sólo 200 m³; sin buscar procedimientos técnicos, sólo con la organización.

Los obreros muestran desconfianza y resistencia, pero el aumento de salario los atrae luego y se convencen que así se fatigan menos.

Será, seguramente, conveniente meditar un poco sobre estas indicaciones para ver lo útil que pueda haber en ellas, para su aprovechamiento.

Por lo demás, la industria del salitre de Chile, tiene dos recursos valiosísimos, de que no disponen las fábricas de salitres artificiales, que son: el impuesto fiscal,

que figura como un gran factor de aumento de los costos o gravámenes y que el Gobierno disminuirá o suprimirá, cuando vea que la industria lo necesita; y, los salitreros, por su parte, pueden levantar o aumentar—si fuera indispensable—las leyes de los caliches que elaboran y, con ello bajarían sus costos y por consiguiente sus precios, como fuera necesario, mientras lo hacen los inventos o el Laboratorio de Investigaciones Científicas.